# BERICHT

über die

# FESTSITZUNG

am Sonnabend, den 9. Februar 1929,

zu Ehren von

# SIMON SCHWENDENER

aus Anlaß seines 100. Geburtstages.

---

Die Deutsche Botanische Gesellschaft feierte den 100. Geburtstag ihres Mitbegründers und langjährigen Ehrenpräsidenten SIMON SCHWENDENER, der am 10. Februar 1829 geboren wurde, durch eine Festsitzung, die am Vorabend des Geburtstages, nachmittags um 5 Uhr, im großen Hörsaal des Pflanzenphysiologischen Institutes in Berlin-Dahlem abgehalten wurde.

Zahlreiche Mitglieder unserer Gesellschaft und viele Ehrengäste, Vertreter der Behörden, der wissenschaftlichen Institute und befreundeter Vereine, viele ehemalige Schüler und Verehrer des unvergeßlichen Altmeisters der Botanik waren dem Rufe gefolgt und füllten den großen Saal bis auf den letzten Platz. Die Büste SCHWENDENERs leuchtete aus einem Wald von Blumen und Blattpflanzen hervor, mit denen der Saal dank der Freundlichkeit der Direktion des Botanischen Gartens in würdiger Weise ausgeschmückt war.

Die Feier begann mit den feierlich gehaltenen und doch festlichen Klängen des ersten Satzes des großen Klaviertrios in B-Dur von BEETHOVEN. Drei Botaniker, Mitglieder unserer Gesellschaft, brachten so in Tönen den Manen des großen Forschers ihre Huldigung dar, am Flügel Herr H. HARMS, an der Geige Herr B. LEISERING, am Violoncello Herr R. W. KOLBE.

Als die rauschenden Schlußakkorde des BEETHOVENschen Tonstückes verhallt waren, ergriff der Vorsitzende der Gesellschaft, Herr F. HERRIG, das Wort zu folgender Begrüßungsansprache:

Meine hochverehrten Anwesenden!
Meine Damen und Herren!

Wir haben uns heute hier zusammengefunden, um in einer Stunde der Rückschau eines Mannes zu gedenken, der an dieser Stätte, wenn auch nicht mehr in diesem Hause, drei Jahrzehnte lehrte und arbeitete.

SIMON SCHWENDENER, zwar politisch kein Deutscher, sondern ein Deutsch-Schweizer von Geburt, der es in dem schweren Ringen einer harten Jugend vom einfachen Lehrer seines Vaterstädtchens Buchs zu einem in der ganzen Welt geachteten Gelehrten gebracht hat, wurde am 10. Februar 1829, morgen vor 100 Jahren, geboren.

Im Jahre 1878 an die Universität Berlin als Ordinarius für Botanik berufen, gründete er schon vier Jahre später, also 1882, zusammen mit einer Anzahl anderer führender Botaniker die Deutsche Botanische Gesellschaft, aus dem Gedanken heraus, in einem allgemeinen großen Verbande alle deutschen Botaniker zur Anregung des Gedankenaustausches und zur Erleichterung persönlicher Kenntnis zusammenzufassen.

Ihm verdankt unsere Gesellschaft, wenn auch nicht allein, ihre Entstehung, vor allem aber die Ehre, heute zu den angesehensten und größten botanischen Korporationen der Welt zu gehören, zu deren Mitgliedern zahlreiche hervorragende Wissenschaftler aller Länder zählen.

Zehn Jahre lang, vom Jahre ihrer Gründung ab, war SCHWENDENER erster Vorsitzender der Gesellschaft in Berlin und übernahm nach dem Tode PRINGSHEIMs die Präsidentschaft weitere dreizehn Jahre. Bis zu seinem 1919 erfolgten Tode war er ihr Ehrenpräsident.

Diesem Manne also gilt unsere heutige Feier, zu der Sie unserem Rufe gefolgt sind, und es erfüllt mich mit besonderer Freude und Genugtuung, Sie so zahlreich hier willkommen heißen zu können.

Es gereicht mir zur besonderen Ehre, heute hier begrüßen zu dürfen:

den Vertreter der Schweizer Gesandtschaft, Herrn Legationssekretär FONTANEL,

den Präsidenten der Notgemeinschaft deutscher Wissenschaft, s. Exz. Herrn Staatsminister a. D. SCHMIDT-OTT,

den Vertreter und Sekretar der Preußischen Akademie der Wissenschaften, Herrn Geh. Obermedizinalrat Prof. Dr. RUBNER,
den Präsidenten des Schweizer Hilfsbundes, Herrn Geheimrat STUTZ,
den Vertreter der Universität und der philosophischen Fakultät Berlin, Herrn Prof. Dr. KNIEP,
den Vertreter der medizinischen Fakultät der Universität Berlin, Herrn Prof Dr. VON EICKEN,
den Direktor des zoologischen Instituts der Universität, Herrn Prof. Dr. HESSE,
den Direktor des Zoologischen Museums und des Museums für Naturkunde in Berlin, Herrn Prof. Dr. ZIMMER,
ferner den Vorsitzenden des Vereins für angewandte Botanik, Herrn Geheimrat APPEL,
den Vorstand des Botanischen Vereins der Mark Brandenburg, Herrn Prof. Dr. ULBRICH,
den Vertreter der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau, Herrn Prof. HEINE;
des weiteren begrüße ich die Herren der Presse, die unserer Einladung gefolgt sind, und alle die zahlreichen Gäste, unter denen ich eine Reihe alter ehemaliger Schüler SCHWENDENERs sehe, die es sich nicht haben nehmen lassen, trotz Winterkälte und weitem Weg hierher zu eilen.

Ihnen Allen spreche ich den Dank unserer Gesellschaft für Ihr Erscheinen aus.

Und nun, meine Damen und Herren, wollen wir noch einmal das Bild des alten Meisters an unserem geistigen Auge vorüberziehen lassen und von seinem Leben und Wirken aus dem dazu berufensten Munde hören.

Hierauf ergriff Herr Geheimrat Prof. Dr. G. HABERLANDT das Wort zu seiner Gedächtnisrede.

Meine Damen und Herren!

Es wird wohl nur selten der Fall sein, daß bei der Feier des 100. Geburtstages eines großen Forschers unter den Teilnehmern sich eine nicht geringe Anzahl von Persönlichkeiten befindet, die Schüler des Gefeierten waren oder ihn wenigstens persönlich gekannt haben. Freilich sind Greise darunter, zum Teil aber auch Männer, die sich auf der Höhe ihres Schaffens befinden. Sind doch erst 10 Jahre verstrichen, seit wir die sterbliche Hülle SIMON SCHWENDENERs auf dem alten Matthäi-Kirchhof zur ewigen Ruhe bestattet haben. Aber nicht nur deshalb gilt unsere heutige Feier dem genialen Botaniker, weil sein Gedächtnis in vielen von uns

weiterlebt, auch in der Wissenschaft wirken die Anregungen noch lebendig fort, die er ausgestreut hat. Nicht nur eine historische Größe ist es, deren wir heute pietätsvoll gedenken.

Als SIMON SCHWENDENER am 10. Februar 1829 zu Buchs im Kanton St. Gallen geboren wurde, da war in der Entwicklung der allgemeinen Botanik in Deutschland ein beklagenswerter Tiefstand eingetreten. Sie segelte im Fahrwasser einer rein spekulativen, mystischen Naturphilosophie, zu deren Führern auch der alte GOETHE gehörte, und die in der Weiterbildung der Metamorphosenlehre die absonderlichsten Blüten trieb. Schlagworte wie Polarität, Spiraltendenz, Kontraktion und Expansion, Anaphytose und Lebensknoten und dgl. mehr wurden in kümmerlicher Weise mit flüchtigen Einzelbeobachtungen verquickt. In der Pflanzenanatomie stockten die Fortschritte, da die Arbeiten SCHULTZ's, LINKs, KIESERs u. a. nicht unter einheitlichen Gesichtspunkten ausgeführt wurden und sich in von zahlreichen Irtümern durchsetzten Einzelheiten verloren. Und in der Pflanzenphysiologie verrammelten nicht nur deutsche Forscher durch die Annahme einer nicht weiter zu erklärenden Lebenskraft die Wege zu weiteren Erkenntnissen und wissenschaftlichen Fortschritten.

Es ist ein Glück für die Wissenschaft, daß die rechten Männer, die sie zu ihrer Erneuerung und fruchtbaren Weiterentwicklung braucht, zur rechten Zeit geboren wurden. Das ist für die wissenschaftliche Botanik das erste Drittel des vorigen Jahrhunderts. Im Jahre 1800 kam FRANZ UNGER zur Welt; ihm folgten dem Alter nach JAKOB MATTHIAS SCHLEIDEN, HUGO MOHL, CARL NÄGELI, WILHELM HOFMEISTER, SIMON SCHWENDENER und 1832 als Jüngster JULIUS SACHS. Das sind die sieben Schöpfer der modernen allgemeinen Botanik, die durch ihre grundlegenden Arbeiten den Ruhm der deutschen Wissenschaft auf dem Gebiete der Pflanzenkunde in der ganzen Welt wieder zu hohen Ehren gebracht haben.

SCHWENDENER war ein Schweizer Bauernsohn und natürlich zum Landwirt bestimmt. Er hatte als kräftiger Knabe auch Freude an landwirtschaftlicher Arbeit. Im Sommer hütete er mit seinem Großvater tage- und wochenlang das Vieh auf der Alpe, und unten im Tale ritt er, wie er mir einst lachend erzählte, die vom Vater gezogenen Pferde kauflustigen Bauern und Händlern vor. Um eine bessere Schulbildung zu erlangen, besuchte er die Erziehungsanstalt in Schiers, Kanton Graubünden, als plötzlich eine Oberlehrerstelle in seiner Heimatgemeinde vakant wurde. Auf

den Rat seines Vaters, der ein kluger, rasch zugreifender Mann gewesen sein muß, bereitete sich SCHWENDENER schnell durch Privatstudium auf die Lehrerprüfung vor, bestand in St. Gallen das Examen mit gutem Erfolg und war bald darauf mit 18 Jahren wohlbestallter Lehrer an der Oberschule in Räfis-Burgerau. Doch hielt es SCHWENDENER in Räfis nicht lange aus. Er rang seinem Vater die Zustimmung ab, eine Professur an einer höheren Schule anzustreben, und so bezog er im Frühjahr 1849 die Akademie in Genf. Nach zwei Semestern legte er eine öffentliche Prüfung ab, die ihn zum Besuche einer Universität berechtigte. Er wollte sich an der Universität Zürich inskribieren lassen. Zu seiner Enttäuschung erklärte sein Vater, weitere Opfer nicht bringen zu können. So entschloß er sich schweren Herzens, eine Lehrerstelle an der Erziehungsanstalt des Pfarrers HEER, des Vaters von OSWALD HEER, in Wädenswiel am Zürchersee anzunehmen, wo er zwei Jahre lang verblieb. Da starb hochbetagt sein Großvater, der Vater seiner früh verstorbenen Mutter, hinterließ ihm ein kleines Erbteil, und so bezog der Enkel im Frühjahr 1853 frohen Mutes die Universität Zürich. Hier legte er nachträglich noch die Maturitätsprüfung ab, trieb hauptsächlich mathematische und naturwissenschaftliche Studien und wurde 1856 summa cum laude zum Doktor der Philosophie promoviert. Seine schon in Genf von ALPHONS DE CANDOLLE angeregte Dissertation war eine phänotopische Arbeit über „die periodischen Erscheinungen der Natur, insbesondere der Pflanzenwelt“.

Ein Jahr vorher war CARL NÄGELI aus Freiburg i. Breisgau an das neugegründete eidgenössische Polytechnikum in Zürich berufen worden und kündigte hier sofort auch botanisch-mikroskopische Übungen an. Damit war SCHWENDENERs sehnlichster Wunsch erfüllt. Doch nicht nur das Mikroskop fesselte ihn hier. Ungleich bedeutungsvoller wurde für ihn der Anschluß an den ihm geistesverwandten Lehrer, dessen weitschauender Blick, verbunden mit tief eindringender Verstandesschärfe, so überaus anregend auf ihn gewirkt haben. Aber auch der Lehrer erkannte die Kongenialität des Schülers. Er erkannte in ihm dasselbe Bestreben nach mathemathischer Strenge und Präzision in der Darstellung morphologischer und entwicklungsgeschichtlicher Tatsachen, nach geometrischer Klarheit bei der Erfassung der räumlichen Beziehungen der Organe, Zellen und Zellkomplexe, das ihm selbst in so hohem Maße eigen war. Als daher NÄGELI im Sommer 1857 einem Rufe an die Universität München folgte, trug er SCHWENDENER eine Assistentenstelle an, und gleich nach ihrer Übersiedelung begann

die gemeinsame Arbeit, die für die Wissenschaft so wertvolle Früchte getragen hat.

Im Jahre 1860 habilitierte sich SCHWENDENER an der Universität München für Botanik. 7 Jahre lang dauerte die Privatdozentenzeit; es war die arbeitsreichste Periode seines Lebens. 1867 wurde er als o. Professor nach Basel berufen. Nach 10 Jahren, 1877, erfolgte seine Berufung nach Tübingen, als Nachfolger WILHELM HOFMEISTERs. Schon ein Jahr danach, 1878, überraschte ihn der Ruf an die Universität Berlin, wo er neben EICHLER, dem Systematiker, die allgemeine Botanik vertreten und die Direktion des neubegründeten botanischen Instituts übernehmen sollte. Der Abschied von Tübingen fiel ihm nicht leicht. Die anmutige Landschaft und ein sympathischer Kollegenkreis hatten es ihm angetan. Doch die Aussicht auf das weite Wirkungsfeld in Berlin trug bei seiner Entscheidung den Sieg davon. In der Tat scharte sich in den bescheidenen Räumen seines Instituts bald eine Anzahl tüchtiger Schüler um ihn. Nach mehrmaligem Wechsel wurde das Institut in der Dorotheenstraße gegenüber dem ehemaligen Kastanienwäldchen untergebracht, in dem sich als kärgliches Hilfsmittel für Forschung und Unterricht ein mehr als bescheidener kleiner Garten mit einem altertümlichen, baufälligen Gewächshause befand, der den stolzen Titel „Botanischer Garten der Universität“ führte. Die günstige Gelegenheit, bei der Verlegung des königl. botanischen Gartens und Museums nach Dahlem auch den Neubau des botanischen Instituts herauszuschlagen, ließ er ungenützt vorübergehen. SCHWENDENERs Organisationstalent war gering, auch fühlte er sich damals schon zu alt, um sich an eine so große Aufgabe heranzuwagen. So harrte er denn in der Dorotheenstraße aus, wo die Institutsverhältnisse immer unleidlicher wurden. Nach Vollendung seines 80. Lebensjahres, 1909, trat er von seinem Berliner Lehramt zurück, das er 31 Jahre lang innegehabt hatte. Als seinem Nachfolger fiel mir schon bei den Berufungsverhandlungen die Aufgabe zu, den Neubau des Instituts in Dahlem durchzusetzen, in dem wir die heutige Feier veranstalten. Im Kultusministerium fand ich volles Verständnis. Da aber den Herren im Finanzministerium die Errichtung eines botanischen Institutes in unmittelbarer Nähe des botanischen Museums und des botanischen Gartens als ein Luxus erschien, was ihnen nicht zu verdenken war, so mußte das Kind einen neuen Namen bekommen: es heißt seither das „Pflanzenphysiologische Institut“. Bei seiner Einweihung im Mai 1914 war SCHWENDENER als Ehrengast zugegen und schritt strahlenden Auges durch die neuen Räume. Es war das erste- und letztemal,

daß er das Institut betreten hat. — Zehn Jahre nach seiner Emeritierung schloß er im 91. Lebensjahre am 27. Mai 1919 die müden Augen für immer.

---

Die wissenschaftlichen Leistungen eines hervorragenden Forschers lassen sich stets mit einigen Schlagworten kennzeichnen. Je weniger Schlagworte, desto größer ist in der Regel die Gesamtleistung. Für SCHWENDENER lauten diese Worte: die Flechtentheorie, das mechanische System, die Blattstellungslehre.

Diesen wissenschaftlichen Großtaten ist eine so gründliche Vorbereitung für die mikroskopische Forschung vorausgegangen, wie sie kaum jemals vor- und nachher ein Botaniker aufzuweisen hatte. Gemeint ist damit das berühmte Werk über das Mikroskop, das SCHWENDENER gemeinsam mit NÄGELI durchdacht und herausgegeben, dessen Text er allein verfaßt hat. Der erste Teil, „die Theorie des Mikroskops und die mikroskopische Wahrnehmung" ist 1865 erschienen. Er bedeutete einen gewaltigen Fortschritt im Verständnis der Eigenart und der Leistungsfähigkeit dieses Instrumentes, worin die beiden Botaniker nicht nur alle Biologen, sondern auch die Physiker vor ihnen weit übertroffen haben. Auf den von ihnen geschaffenen Grundlagen haben dann ABBE u. a. weitergebaut, und die Theorie des Mikroskops und des mikroskopischen Sehens zu hoher Vollendung gesteigert. Zwei Jahre danach, 1867, erschien der zweite Teil des Werkes, „die Anwendung des Mikroskops" betitelt. Schon in der ersten und noch mehr in der zweiten Auflage wird in diesem Teil ein Grundriß der inneren und äußeren Morphologie der Pflanze geboten, der in weitgehendem Maße auf eigenen kritischen Beobachtungen beruht. Die leitenden Gedanken dieses Teiles des Werkes sind aber wohl hauptsächlich NÄGELIs geistiges Eigentum, dessen Autorität sich SCHWENDENER, wie wir später hören werden, in dem gemeinsamen Werke auch dann gefügt hat, wenn seine eigenen Ideen andere Wege einschlugen.

Und nun wollen wir den Inhalt der früher erwähnten drei Hauptwerke näher betrachten.

Es ist für die enorme Arbeitskraft des jüngeren SCHWENDENER bezeichnend, daß er in seinen Münchener Jahren, von 1857—1867, neben den Arbeiten für „das Mikroskop" auch seine ausgedehnten Untersuchungen über den Flechtenthallus durchführen konnte. Die Anregung zu diesen Arbeiten ging wohl von NÄGELIs grundlegenden Untersuchungen über „das Wachstum des Stammes und der

Wurzel bei den Gefäßpflanzen“ aus, an denen auch SCHWENDENER als Assistent in ausgiebigem Maße beteiligt war. Es lag nahe, in gleicher Weise sorgfältige, histologisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen auch im Bereich der niederen Pflanzen auszuführen. Auch mag es für SCHWENDENER ein besonderer Anreiz gewesen sein, daß gerade der Flechtenkörper solchen Untersuchungen Schwierigkeiten ganz eigener Art bereitet.

Wohl niemals hat in der Geschichte der biologischen Wissenschaften eine Reihe nüchtern-deskriptiver Arbeiten zu einer so kühnen, unerwarteten und vielen Forschern ganz phantastisch erscheinenden Schlußfolgerung geführt, wie SCHWENDENERs Arbeiten über den Flechtenthallus. Die bis dahin allgemein angenommene Dreiteilung der Thallophyten in Algen, Pilze und Flechten wurde hinfällig, die Klasse der Flechten wurde zum Entsetzen der Lichenologen gestrichen und als eine Vereinigung echter Algen mit echten Pilzen erkannt. Schon im Nachtrag zur Abhandlung über die Laub- und Gallertflechten, 1868, wurde dieses Ergebnis kurz angedeutet: es wird die Frage aufgeworfen, „ob nicht vielleicht für sämtliche Flechten die Annahme gilt, daß ihre grünen Zellen, die sog. „Gonidien“, durchgehends als typische Algen, die farblosen Zellfäden als Pilzhyphen zu betrachten seien“. Diese einstweilen nur hypothetisch ausgesprochene Ansicht hat SCHWENDENER ein Jahr später in seiner 1869 erschienenen Programmschrift für die Rektoratsfeier der Universität Basel zur völligen Gewißheit erhoben. Die Art der Beweisführung wird schon im Titel dieser Schrift angedeutet; er lautet: „Die Algentypen der Flechtengonidien“ Mit zwingenden Gründen wird der Nachweis erbracht, daß die Gonidien der verschiedenen Laub-, Strauch- und Gallertflechten auf das genaueste acht verschiedenen Algentypen entsprechen, und daß es für die Erklärung dieser Übereinstimmung keinen anderen Ausweg gibt, als die Annahme, daß die Gonidien Algen sind. Ist dies aber richtig, so können die farblosen Zellfäden des Flechtenthallus nur Pilze, und zwar im Hinblick auf den Bau ihrer Fruchtkörper, Pilze aus der Klasse der Askomyceten sein. Diese zweite Schlußfolgerung fand später eine willkommene Bestätigung in der Entdeckung, daß bei den in den Bergwäldern der Tropen weitverbreiteten Flechtengattungen *Cora* und *Dictyonema* nicht Askomyceten, sondern Basidiomyceten den Pilzpartner des Thallus bilden.

SCHWENDENER hat sich bei der Begründung der modernen Flechtentheorie auf histologische Untersuchungen beschränkt. Die experimentelle Begründung, deren erstes Ziel die synthetische

Darstellung eines Flechtenthallus aus seinen beiden Komponenten sein mußte, ist später von anderen Forschern erbracht worden. Noch erinnere ich mich lebhaft der Stunde, als mir vor 52 Jahren SCHWENDENER in Tübingen leuchtenden Auges die schöne Arbeit ERNST STAHLs vorlegte, worin dieser gezeigt hat, daß die aus Flechtensporen entsprossenen Pilzhyphen imstande sind, ihnen dargebotene Algenzellen zu umspinnen und zu einem kleinen Flechtenthallus zu gestalten. Und später ist es ALFRED MÖLLER gelungen, Flechtenhyphen in geeigneten Nährlösungen in Abwesenheit von Algenzellen zu kultivieren und bis zur Fruchtbildung heranzuziehen.

In der Einleitung seiner berühmten Programmschrift hat SCHWENDENER auch das physiologische Verhältnis zwischen Pilz und Alge im Sinne einer Lebensgemeinschaft, für die DE BARY später den glücklichen Ausdruck „Symbiose" geprägt hat, mit eindringlichen Worten gekennzeichnet. „So bilden also die Flechten", sagt SCHWENDENER, „diese *rustici pauperrimi* das düstere, aber doch lebensfrische Bild eines herrschenden, man möchte beinahe sagen mit staatsmännischer Klugheit berechneten Schmarotzertums auf der einen, und eines niederen, zu ewiger Unfreiheit verurteilten Helotentums auf der anderen Seite — ein Bild, das zwar in einzelnen Zügen auch im Tierreich und im Leben der Völker seine Analogien findet, jedoch in dieser Eigenartigkeit und Absonderlichkeit in der ganzen Reihe organischer Wesen nicht wiederkehrt". Mit fast dichterischem Schwunge, ganz erfüllt von der Erkenntnis der Tragweite seiner Entdeckung, spricht SCHWENDENER mit diesen Worten über den physiologischen Sinn des Algen- und Pilzkonsortiums. Er hätte hinzufügen können, daß außer dem Pilz auch die Algen Vorteile aus dieser Vereinigung ziehen.

Wie weittragend die Folgen der neuen Flechtentheorie für die Biologie des Tier- und Pflanzenreiches geworden sind, brauche ich hier nicht näher auseinanderzusetzen. Immer wieder wurden neue Symbiosen entdeckt. So hätte z. B. der Nachweis, daß die sog. Chlorophyllkörner mancher niederen Tiere Algenzellen sind, gewiß viel länger auf sich warten lassen, wenn ihm nicht die Flechtentheorie den Weg geebnet hätte. —

---

Nach dem Abschluß seiner Flechtenarbeiten hat sich SCHWENDENER bis zum Ende seiner wisssenschaftlichen Tätigkeit vorwiegend mit solchen Problemen beschäftigt, die eine mechanisch-physikalische

Bearbeitung zuließen oder erforderten. Das entsprach, wie schon erwähnt, seiner Neigung und besonderen Veranlagung.

Das erste Problem dieser Art war die Frage, was für Festigungseinrichtungen den höheren Pflanzen zu Gebote stehen, und ob sich in Bau und Anordnung dieser Einrichtungen die Anpassung an ihre Funktion bestimmt zu erkennen gibt. Schon die Aufwerfung dieser Frage war originell genug und glich dem Ei des Columbus. Keinem Botaniker vor SCHWENDENER fiel es ein, diese so nahe liegende Frage zu stellen und den Versuch ihrer wissenschaftlichen Beantwortung zu machen, obgleich doch jeder Laie sich sagen mußte, daß vom Grashalm angefangen, der im Winde schwankt, bis zum mächtigen Baumriesen, dessen Stamm die schwere Last der Krone zu tragen hat, an den Pflanzenkörper die mannigfachsten Festigkeitsansprüche gestellt werden. Die mechanischen Elemente, die diese Aufgabe hauptsächlich erfüllen, die faserförmigen, dickwandigen Bast- und Holzzellen, waren schon längst genügend bekannt, an ihre Bedeutung für die Pflanze aber dachte niemand, obgleich die Baststränge und das Holz der Bäume schon seit Jahrtausenden ihrer Festigkeit halber vom Menschen für seine Zwecke verwendet wurden. Und wenn schon ihre Funktion für den Pflanzenkörper ins Auge gefaßt wurde, so kam es mitunter zu unverständlichen Entgleisungen. Hat doch z. B. kein Geringerer als ALEXANDER VON HUMBOLDT die Bastzellen in funktioneller Hinsicht mit Muskelfasern verglichen. So war SCHWENDENER der erste, der gezeigt hat, daß so wie die meisten Tiere ein Skelett besitzen, sei es nun Hautskelett oder Knochengerüst, auch die höheren Pflanzen ein Skelett aufweisen.

Das klassische Werk, worin SCHWENDENER seine Entdeckung des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen mitgeteilt hat, ist 1874 unter dem Titel „Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monokotylen" erschienen. Es ist sehr bezeichnend, daß damit nicht das Pflanzenskelett als solches in den Vordergrund gerückt wird, sondern das mechanische Prinzip, das seinen Aufbau beherrscht. Denn für SCHWENDENER kam es vor allem darauf an, nachzuweisen, daß in Bau und Anordnung dieses Gewebesystems die Prinzipien der theoretischen Mechanik in überraschend vollkommener Weise zur Geltung kommen. Die vollendete Übereinstimmung zwischen Bau und Funktion war es, worauf er das Hauptgewicht legte.

Nachdem SCHWENDENER durch einfache Versuche sich von der großen Festigkeit des Bastes überzeugt hatte — sein Trag-

vermögen bei der Elastizitätsgrenze kommt dem des Schmiedeeisens gleich —, ging er daran, festzustellen, auf welche Weise die Pflanze mit möglichst geringem Materialaufwand die erforderliche Festigkeit herstellt; eine Aufgabe, die ja auch der Ingenieur, der Architekt bei der Ausführung seiner technischen Konstruktionen zu lösen hat. Vor allem war es die Biegungsfestigkeit der Stengel, Zweige, Äste und Stämme, die ihn als die wichtigste Art der Festigkeit oberirdischer Pflanzenorgane am meisten interessierte. Als Grundmodell aller hierher gehörigen Konstruktionen erblickte er den sog. **I**- oder **T**-Träger mit seinen beiden Gurtungen und der Füllung, die sie zusammenhält. Bei der Kombination mehrerer oder zahlreicher solcher Träger in allseits biegungsfesten Organen kommt es, ganz allgemein gesagt, zu einer peripherischen Anordnung der mechanisch wirksamen Stränge. Nicht weniger als 28 Typen dieser Anordnung konnte SCHWENDENER bei den Monokotylen nachweisen, der Pflanzenklasse, die in dieser Hinsicht am mannigfaltigsten gebaut ist. Auch der Herstellung der longitudinalen und radialen Druckfestigkeit, sowie der Zugfestigkeit in unterirdischen Organen, vor allem den Wurzeln, wandte SCHWENDENER seine Aufmerksamkeit zu, und überall gelang ihm der Nachweis, wie zweckmäßig, d. h. ganz dem mechanischen Prinzip entsprechend die mechanischen Gewebe in diesen Pflanzenteilen angeordnet sind.

Bei seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand ist SCHWENDENER stets der Vergleich mit den damaligen Eisenkonstruktionen des Technikers, insbesondere des Brückenbauers vorgeschwebt. So bildete gewissermaßen ein Analogieschluß den Ausgangspunkt seiner Betrachtungen. In neuester Zeit hat ein russischer Botaniker, Herr RASDORSKY, die Berechtigung dieses Vergleiches bestritten und nachzuweisen versucht, daß die biegungsfest gebauten Pflanzenorgane viel mehr mit den modernen Eisenbetonbauten zu vergleichen seien. Er mag in manchen Punkten Recht haben. SCHWENDENER hat die mechanische Rolle, die außer den Bast- und Kollenchymsträngen auch das turgeszierende Parenchymgewebe spielt, vielleicht etwas unterschätzt. An dem Hauptsatze der SCHWENDENERschen Lehre, daß das mechanische Prinzip in biegungsfesten Organen eine peripherische Anordnung der Bast- und Kollenchymstränge erfordert, wird dadurch nicht das geringste geändert. Diese Lagerung ist ja eine unbestreitbare Beobachtungstatsache.

Mit seinem „Mechanischen Prinzip“ legte SCHWENDENER den Grundstein für das Lehrgebäude der „Physiologischen Pflanzen-

anatomie", und zwar für jenen Zweig derselben, der als ökologische oder betriebsphysiologische Anatomie zu bezeichnen ist, da sie, von dem fertigen Zustande des Pflanzenkörpers ausgehend, die Übereinstimmung zwischen Bau und Funktion aufzudecken bestrebt ist. Der andere Zweig, die entwicklungsphysiologische Anatomie, die sich seit WILHELM ROUX den anspruchsvollen Namen „Entwicklungsmechanik" beilegt, blieb unberücksichtigt, weil damals nur spärliche Ansätze dazu vorhanden waren. Auch heute noch, wo es, ich möchte sagen, Mode geworden ist, die Entwicklungsphysiologie auf Kosten der Betriebsphysiologie in den Vordergrund zu rücken, ist die erstere, soweit sie sich auf den anatomischen Bau der Pflanze bezieht, trotz einiger bemerkenswerter Arbeiten nicht wesentlich weitergekommen. Es ist ja gewiß interessant, um einen Vergleich heranzuziehen, in einer Maschinenfabrik zu beobachten, wie eine bestimmte Maschine entsteht und aus ihren Teilen aufgebaut wird. Noch wichtiger aber ist es, zu erfahren, wie diese einzelnen Teile zusammenwirken, um eine ganz bestimmte Leistung zu erzielen. Man darf eben, um mit DE BARY zu sprechen, „über das voir venir die Dinge selbst, die da kommen sollen, nicht vernachlässigen".

Gleich der zweite Satz des SCHWENDENERschen Werkes lautet: „Bei den Gefäßpflanzen sind alle wichtigen Funktionen auf ebenso viele anatomisch ausgezeichnete Gewebeformen verteilt." Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, daß SCHWENDENER schon bei der Abfassung des mechanischen Prinzips eine anatomisch-physiologische Einteilung der pflanzlichen Gewebesysteme im Auge hatte, wenn er auch diesen Gedanken nirgends weiter ausgeführt und begründet hat. Er befand sich sogar im Widerspruch mit ihm, als er drei Jahre später in der 2. Auflage des „Mikroskops" nur zwei Gewebesysteme unterschieden hat, das ernährungsphysiologische und das mechanische System, wobei er dem ersteren nicht nur die Funktion der Assimilation, der Stoffleitung und Stoffspeicherung, sondern auch den Schutz gegen zu rasche Verdunstung u. a. zuschrieb. In dieser Zusammenfassung zeigt sich wohl NÄGELIs Einfluß. Und in der Antrittsrede, die SCHWENDENER am 8. Juli 1880 in der Preußischen Akademie der Wissenschaften gehalten hat, sprach er sich über die Zukunft der neuen Richtung noch sehr vorsichtig und zurückhaltend aus. Es sei erst ein kleiner Schritt nach einem entfernten Ziel getan; auch dürfte die Wechselbeziehung zwischen Bau und Funktion der Gewebe nur teilweise, oft nur in wenigen Punkten erkennbar sein. Um so größer war seine Genugtuung, als sich bald darauf auf Grund eigener und

zahlreicher Schülerarbeiten herausstellte, daß jene Wechselbeziehungen doch zahlreicher sind und mit größerer Sicherheit erkannt werden können, als er sich anfänglich dachte. Er hat es aber doch vorausgeahnt, als er mir gegenüber unmittelbar nach dem Erscheinen des letzten großen, man darf wohl sagen klassischen Handbuches der rein deskriptiven Pflanzenanatomie von DE BARY im Jahre 1877 im Tübinger Institut ungefähr folgendes sagte: „Das inhaltsreiche verdienstliche Werk, das ich hier in den Händen halte, kann keine Anregungen mehr bieten und ist deshalb veraltet. Die Zukunft gehört einem Lehrbuch der Physiologischen Pflanzenanatomie.“ Er hat richtig prophezeit: Sieben Jahre danach erschien die 1. Auflage meines zusammenfassenden Werkes über dieses neue Gebiet der allgemeinen Botanik, und nach mehr als einem Menschenalter durfte ich dem Meister beim Eintritt in sein 90. Lebensjahr die 5. Auflage des Buches widmen. —

---

Wir gelangen nunmehr zur Besprechung des 1878 erschienenen letzten großen Werkes SCHWENDENERs, zur „Mechanischen Theorie der Blattstellungen“, die sein Schmerzenskind geworden ist.

Die spiralige Stellung der Blätter am Stengel war seit jeher ein Lieblingsthema der Pflanzenmorphologie. In den ersten Dezennien des 19. Jahrhunderts war sie von der damaligen Naturphilosophie in einen mystischen Schleier gehüllt, hinter dem der alternde GOETHE eine allgemeine Spiraltendenz der Vegetation zu erblicken glaubte. Auch die in formaler Hinsicht höchst vollendete Blattstellungslehre KARL SCHIMPERs und ALEXANDER BRAUNs konnte diesen Schleier nicht lüften. Ihre geistvollen geometrischen Konstruktionen konnten eine kausale Erklärung den Blattstellungen nicht geben. Die idealistische Naturauffassung SCHIMPERs und BRAUNs hat darauf von vornherein verzichtet.

WILHELM HOFMEISTER war der erste, der die Spiraltendenz bei der Entstehung der Blätter vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus leugnete. In einer bestimmten Zone des Stammscheitels sollte jeder beliebige Punkt befähigt sein, zu einer Blattanlage auszuwachsen. Die Konfiguration der älteren Blattanlagen bestimmt den Entstehungsort eines neuen Blattes. Die jüngsten Blätter entstehen über den weitesten Lücken zwischen den nächstbenachbarten älteren Blättern; sie entstehen kurz gesagt dort, wo sie am meisten Platz finden.

Diesen zuerst von HOFMEISTER ausgesprochenen Satz hat nun SCHWENDENER übernommen. Neu hinzugefügt hat er den Hinweis darauf, daß die Blattanlagen, sobald sie die Form von halbkugeligen Höckern erlangt haben, mit den benachbarten Anlagen in unmittelbare Berührung treten, indem sie mindestens zwei derselben berühren. Dieser Kontakt der neuen Organe mit vorhergehenden ist die wichtigste Voraussetzung für den eigentlichen Kern der SCHWENDENERschen Blattstellungslehre, für die Druckwirkungen, die zu den sogenannten „Dachstuhlverschiebungen" führen. Die mechanischen Folgen dieser Druckwirkungen werden nun mit Hilfe von mathematisch-mechanischen Deduktionen und eines ebenso einfachen wie sinnreichen Modells in musterhafter Weise klargelegt. Ihr Ergebnis sind die mannigfachen spiraligen Blattstellungen und ihre Übergänge am ausgewachsenen Stengel. Was SCHWENDENER mit dieser Theorie bietet, das ist einmal wirkliche „Entwicklungsmechanik" im strengsten Sinne des Wortes.

Zehn Jahre verstrichen, bis die ersten Angriffe gegen die neue Blattstellungstheorie einsetzten. Den wichtigsten Angriffspunkt bildeten aber nicht die Verschiebungen der Blattanlagen, sondern das Zustandekommen ihres Kontaktes, das Prinzip der vollständigen Raumausfüllung, also die HOFMEISTERsche Lehre. Obwohl es nun für das eigentliche Wesen der SCHWENDENERschen Theorie gleichgültig sein mußte, von welchen Faktoren die Orte der ersten Anlagen der neuen Blätter bestimmt werden, ob eine grobmechanische Raumfrage vorliegt, oder ob von den älteren Anlagen chemische, wir würden heute sagen hormonale Reizwirkungen ausgehen, so hat doch SCHWENDENER, man darf wohl behaupten ohne zwingenden Grund, die HOFMEISTERsche These zu retten versucht. Das war ein vergebliches Bemühen. Die von seinen Gegnern festgestellte Tatsache, daß die neuen Blattanlagen in vielen Fällen nicht in unmittelbarem Kontakt mit den älteren entstehen, kann er nicht leugnen. Er stellt eine Hilfshypothese auf, wonach wenigstens die die Bildungszentren umgebenden „Entwicklungsfelder" miteinander in Kontakt stehen sollen. Daß diese Annahme zu unhaltbaren Konsequenzen führt, wollte er nicht zugeben.

Sind aber die heranwachsenden Blattanlagen miteinander in unmittelbare Berührung getreten, so bestehen die Folgerungen, die SCHWENDENER daraus zieht, zu Recht. Man kann zwar einwenden, daß sich die aus Zellen bestehenden Blattanlagen, die mit ihrer Unterlage, der Scheiteloberfläche, in zellulärer Verbindung

stehen, nicht so ohne weiteres verschieben lassen, wie die Holzscheiben des Modells. Allein seitdem SCHWENDENERs Schüler KRABBE in einer ausgezeichneten Arbeit nachgewiesen hat, daß bei der Entwicklung der pflanzlichen Gewebe ein oft sehr ausgiebiges gleitendes Wachstum stattfindet, wobei die einzelnen Zellen zwischeneinander verschoben werden, muß man die Annahme SCHWENDENERs als durchaus möglich bezeichnen. Dem sei nun, wie ihm wolle. Selbst wenn die mechanische Theorie der Blattstellungen in ihrer Gänze fallen würde, was ich nicht glaube, so müßte sie doch immer als klassisches Beispiel eines streng mechanischen Erklärungsversuches anzusehen sein.

---

Es würde zu weit führen, wenn ich hier außer seinen Hauptwerken auch die zahlreichen sonstigen Beiträge SCHWENDENERs zur allgemeinen Botanik, die er zumeist in den Sitzungsberichten der Preußischen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht hat, besprechen wollte. Das sind die Untersuchungen über Scheitelwachstum mit mehreren Scheitelzellen, über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen, ein besonders glänzender und wichtiger Beitrag zur Physiologischen Pflanzenanatomie, über die durch Wachstum bedingte Verschiebung kleinster Teilchen in trajektorischen Kurven, über das Winden der Pflanzen, die Schutzscheiden und ihre Verstärkungen, Untersuchungen über das Saftsteigen, über Quellung und Doppelbrechung vegetabilischer Membranen, über die Physiologie der Gelenkpolster von *Mimosa pudica*, *Phaseolus* und *Oxalis*, über Milchsaftgefäße, den Öffnungsmechanismus der Antheren u. a. m. — Daß sein Schriftenverzeichnis auch polemische Aufsätze in großer Zahl aufweist, kann nach dem Vorausgegangenen nicht wundernehmen, obgleich SCHWENDENER in seinem Innersten keine streitbare Natur war. —

Zu den großen Zeit- und Streitfragen der Biologie hat sich SCHWENDENER nur selten und meist sehr zurückhaltend geäußert. Er war ein überzeugter Anhänger der Deszendenzlehre, dagegen stand er der Selektionstheorie kühl, ja ablehnend gegenüber. Als ich in der 1. Auflage meiner Physiologischen Pflanzenanatomie, gleich vielen anderen, die Behauptung aufstellte, daß erst DARWINs Lehre von der natürlichen Zuchtwahl für die Erforschung zweckmäßiger Einrichtungen im Bau der Organismen die Bahn freigemacht habe, indem jetzt nicht mehr auf metaphysische Gründe

zurückgegriffen werden müsse, da erhob SCHWENDENER für seine Person brieflich Einsprache gegen eine solche Darstellung. Die biegungsfesten und druckfesten Konstruktionen der Ingenieure, die eisernen Brücken und Bahnhofshallen mit ihren zahllosen I-Trägern seien es gewesen, die ihn auf die Idee eines nach gleichen Prinzipien gebauten Pflanzenskeletts gebracht hätten, nicht aber DARWINsche Gedankengänge. Später hat sich SCHWENDENER betreffs des Zustandekommens zweckmäßiger Anpassungen an NÄGELIs Theorie der „direkten Bewirkung" angeschlossen, einer nicht nur meiner Ansicht nach unhaltbaren Lehre, die zur Annahme einer Art von „prästabilierter Harmonie" führen muß. Es bleibt ganz rätselhaft, wie zwei so scharfsinnige, klardenkende Forscher, deren Weltanschauung, so ferne sie sich in ihren Werken ausspricht, eine streng mechanistische war, in so weitgehendem Maße sich zum Neolamarckismus bekennen konnten. Doch ist wohl in jeder Menschenbrust ein letztes Winkelchen vorhanden, worin geheimnisvoll die Mystik waltet.

Als Forscher war SCHWENDENER eine nach innen gekehrte, kontemplative Natur; seine wissenschaftliche Phantasie, die sehr groß war, bewegte sich am liebsten auf Gebieten, wo mathematische Formulierungen und mechanische Betrachtungen und Vergleiche am Platze sind. Kühne Analogieschlüsse waren ihm nicht fremd. Wie absonderlich erschien z. B. vielen Pflanzenmorphologen die Annahme, daß für die Verschiebungen der Blattanlagen infolge der Druckwirkungen, die sie aufeinander ausüben, dieselben mechanischen Gesetze gelten sollen, wie für den Druck, den die Sparren eines Dachstuhls auf ihre Unterlage ausüben. Er erzählte mir einmal, wie er, mit dem Blattstellungsproblem beschäftigt, gelegentlich an dem Neubau eines Hauses vorübergegangen sei, auf das eben der Dachstuhl aufgesetzt wurde. Blitzartig sei ihm die Analogie mit den Druckwirkungen der Blattanlagen klar geworden. Ein anderes Mal spielte er gesprächsweise mit dem Gedanken, daß beim Saftsteigen rhythmisch schwingende Zilien, die aus den Holzparenchym- und Markstrahlzellen in die Wasserleitungsröhren hineinragen, als die Energiespender fungieren könnten. Derartige Einfälle hatte er öfters. Doch wurde diese lebhafte Phantasie gezügelt von scharfer Selbstkritik, von dem Respekt vor den unmittelbaren Beobachtungstatsachen. Über ihre bloße Beschreibung und Aufstapelung dachte er freilich nur sehr geringschätzig. Es war ihm nicht gegeben, bei der Beobachtung als solcher jene naive Entdeckerfreude zu empfinden, ohne die der Naturforscher für die Dauer nicht frei atmen kann. So verlor er allmählich, verhältnis-

mäßig frühzeitig, den unmittelbaren Kontakt mit der unergründlich mannigfaltigen Natur, die allein imstande ist, immer neue, frische Anregungen zu geben. Eine stille Tragik breitete sich über die beiden letzten Jahrzehnte seines Lebens, in denen seine wissenschaftliche Produktivität völlig erloschen war. Er fühlte das glücklicherweise nicht oder schien es nicht zu fühlen. Er nahm es gelassen hin, wie andere Alterserscheinungen auch.

Als akademischer Lehrer erfreute sich SCHWENDENER der aufrichtigen Verehrung seiner Schüler, die er gewissenhaft und sorgfältig zu wissenschaftlicher Arbeit und Selbstkritik anleitete, ohne sie am Gängelbande zu führen. Er hatte das Glück, eine Reihe begabter Schüler heranzuziehen. Ich verzichte darauf, Namen zu nennen. Viele von uns sind ihrem geliebten Lehrer im Tode vorausgegangen oder ihm bald nachgefolgt. Überblickt man das gesamte Wirken der Schule des Meisters, so darf mit Befriedigung gesagt werden, daß von dem geistigen Zentrum die Strahlen sich allseits, die Wissenschaft fördernd und bereichernd, verbreitet haben.

---

Und nun zum Schluß noch einige Worte über den Menschen SCHWENDENER. Ich kann mich in dieser Hinsicht kürzer fassen, denn stets hat er die Sache über die Person gestellt.

Als ich ihn vor mehr als einem halben Jahrhundert im Herbst 1877 in Tübingen zum erstenmal sah, stand mir ein kräftiger mittelgroßer Mann gegenüber, mit einem edel geschnittenen Antlitz, aus dem unter hochgewölbter Stirn tiefblaue, geistsprühende Augen glänzten. Die dunklen zurückgekämmten Haare und der kurz gehaltene Vollbart waren schon leicht angegraut. Gleich bei den ersten Willkommsworten, die er sprach, fiel mir das Pathos seiner Sprache auf, das durch eine sonore wohlklingende Stimme noch wesentlich gehoben wurde. Seine Haltung war bis ins höchste Alter aufrecht, seine Bewegungen waren gemessen. So war sein ganzes imponierendes Äußere dazu angetan, um ihm später in Berlin im Kreise seiner Schüler den Ehrentitel „der Meister“ zu verschaffen.

Da SCHWENDENER unvermählt blieb, mußte er in seinen freien Stunden die Zerstreuung und Aufheiterung entbehren, die das Familienleben gewährt. Eine gewisse Entschädigung fand er in der Lektüre schöngeistiger Literatur, zumal der Werke unserer

Klassiker, von denen er SCHILLER bevorzugte, dessen Pathos und Rhetorik seinem ganzen Wesen mehr zusagte, als GOETHEs stilles Griechentum. Ich erinnere mich mit Freude daran, wie er als 82jähriger Greis an unserem Mittagstisch meinen Kindern SCHILLERs Ballade „Der Graf von Habsburg“ von Anfang bis zum Ende auswendig vordeklamierte, mit kräftiger Stimme, ohne ein einzigesmal zu stocken. Sein Gedächtnis war staunenswert. Er hat übrigens auch selbst eine große Anzahl von Gedichten verfaßt, nicht nur in seiner Jugend, sondern auch noch im Greisenalter, und dieselben, zu einem ansehnlichen Bändchen gesammelt, sogar auch drucken lassen. Es sind in metrischer Hinsicht meist tadellose Gedichte; den Reim beherrschte er spielend. Vielfach sind es oft witzige Begleitverse zu allerlei Geschenken. Der poetische Gehalt der Gedichte entspricht allerdings wohl kaum ihrer Formvollendung. Dichterische und wissenschaftliche Phantasie sind eben verschiedene Dinge.

Für die bildenden Künste bewahrte er von München her ein lebhaftes Interesse und sicheres Kunsturteil. Nur die Musik ist ihm fremd geblieben.

Den Genuß des Reisens hat er nur in geringem Maße gekannt. In früheren Jahren brachte er die Sommer- und Herbstferien meist in seiner Heimat zu; später, als ihm das Reisen unbequem wurde, besuchte er mich manchmal in meiner steirischen Sommerfrische, auch die Ostsee und das Riesengebirge hat er einige Male aufgesucht. In noch späteren Jahren verweilte er als regelmäßiger Sommergast in Schierke im Harz, wo er sich besonders wohlfühlte. Größere Reisen vermied er, und an einen Aufenthalt in den Tropen, etwa in Buitenzorg auf Java, hat er nicht im entferntesten gedacht. Er vertrat die Ansicht, daß alle wichtigen Probleme der allgemeinen Botanik in unseren heimischen botanischen Instituten und Gärten gelöst werden können. Das hielt ihn aber nicht ab, den Drang jüngerer Forscher, unter Palmen zu wandeln, kräftig zu unterstützen.

Mit Politik hat er sich nie beschäftigt. „Politisch Lied ein garstig Lied“ war seine Losung. Als echter Schweizer, der er sein Leben lang geblieben ist, verhehlte er niemals seine demokratische Gesinnung. Äußere Ehrungen, die ihm reichlich zuteil wurden, ließen ihn kühl.

Im Gespräch mit Freunden und Schülern war er von einer seltenen Offenheit. Die Unterhaltung mit ihm war leider schon früh durch seine Schwerhörigkeit beeinträchtigt, die sich im hohen

Alter zu fast völliger Taubheit steigerte. Er stellte das oft fest, ohne sich darüber zu beklagen. Auch andere Altersbeschwerden nahm er ruhig hin.

Ein wesentlicher Charakterzug war sein Wohltätigkeitssinn, der zuweilen schrankenlos war und bei seiner geringen Menschenkenntnis und seiner Gutgläubigkeit oft schmählich mißbraucht wurde.

So war SCHWENDENER als Mensch ein stolzer, aufrechter Mann, unnachgiebig, ja schroff, wenn es galt, für seine wissenschaftliche Überzeugung einzutreten, doch mild, gütig, nachsichtig in allen menschlichen Dingen.

Der Erforschung der Naturgesetze im Reiche des Lebendigen galt SCHWENDENERs Lebensarbeit. So schließe ich meine Gedenkrede mit der ersten Strophe des letzten großen Gedichtes, das der 80jährige GOETHE im Februar des Jahres 1829 ersonnen hat:

Kein Wesen kann zu Nichts zerfallen!
Das Ew'ge regt sich fort in allen,
Am Sein erhalte Dich beglückt!
Das Sein ist ewig: denn Gesetze
Bewahren die lebend'gen Schätze,
Aus welchen sich das All geschmückt.

---

Der Vorsitzende, Herr F. HERRIG, dankte dem Festredner, Herrn G. HABERLANDT, für die lebenswahre und formvollendete Schilderung des Gefeierten.

Er gab bekannt, daß eine große Zahl von auswärtigen Botanikern ihre Teilnahme an der Feier durch schriftliche Begrüßung kundgetan hatten. Außer von S. Magnifizenz, dem Rektor der Universität Berlin, Herrn Geheimrat HIS, waren Telegramme und Briefe von folgenden Mitgliedern der Gesellschaft eingelaufen: Herren F. O. BOWER, Glasgow; J. BRIQUET, Genf; R. CHODAT, Genf; A. FORTI, Verona; E. HEINRICHER, Innsbruck; B. ISSATSCHENKO, Leningrad; F. KNOLL, Prag; M. KOERNICKE, Bonn; E. LEHMANN, Tübingen; M. MÖBIUS, Frankfurt a. M.; F. PAX, Breslau; A. TSCHIRCH, Bern.

Die Feier klang aus in den weihevollen Tönen des dritten Satzes desselben BEETHOVENschen Klaviertrios, mit dem sie ein-

geleitet worden war. Andächtig lauschte die Versammlung den Harmonien des in seiner himmlichen Schönheit ergreifenden Meisterwerkes.

Am folgenden Sonntag, dem Geburtstage des Meisters, legten drei Mitglieder des Vorstandes der Gesellschaft, die Herren F. HERRIG, H. KNIEP und B. LEISERING, auf dem Matthäikirchhof in der Großgörschenstraße am Grabe SCHWENDENERs einen Kranz nieder.

---

## Sitzung vom 25. Januar 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

Der Vorsitzende teilt mit, daß das korrespondierende Mitglied unserer Gesellschaft Herr

Dr. **Giuseppe Lopriore,**

Professor der Botanik und Direktor am Botanischen Laboratorium des R. Istituto Superiore Agrario in **Portici** (Neapel) am 26. Dezember 1928 verstorben ist.

Zu Ehren des Entschlafenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Der Vorsitzende verliest das Schreiben, durch das Herr Professor Dr. HANS SCHINZ sich für den Glückwunsch der Gesellschaft zu seinem 70. Geburstage bedankt.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Bünning, Erwin,** Studienreferendar, Assistent am Institut für physikalische Grundlagen der Medizin, in **Frankfurt a. M.,** Weigertstraße 3 (durch F. HERRIG und P. METZNER),

**Cartellieri,** Dr. **Engelbert,** Assistent am botanischen Institut der Universität in **Innsbruck-Hötting,** Sternwartstraße (durch A. SPERLICH und E. HEINRICHER),

**Lange,** Dr. **Friedrich,** wissenschaftlicher Hilfslehrer in **Hamburg 23,** Hagenau 9 (durch HANS WINKLER und C. SCHWARZE).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Allorge,** Dr. **Pierre,** Unterdirektor in **Paris,**

**Oberkirch, K.,** Mittelschullehrer in **Essen-Borbeck,**

**Oppenheim, I. D.,** in **Rehoboth** (Palästina),

**Schindler,** Ökonomierat, Direktor in **Pillnitz a. E.**

# Mitteilungen.

## I. A. Rimbach: Die Verbreitung der Wurzelverkürzung im Pflanzenreich.

(Eingegangen am 3. Oktober 1928. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Um von der Verbreitung der Wurzelverkürzung im Pflanzenreich eine sichere Kenntnis zu gewinnen, habe ich Vertreter möglichst vieler systematischer Abteilungen in der Weise untersucht, daß ich Anwesenheit oder Abwesenheit von Verkürzung an der unversehrten und unter natürlichen Verhältnissen wachsenden Pflanze durch Bezeichnung und Messung der Wurzel feststellte. Es geschah dies bei der Mehrzahl der Arten in Vegetationsgefäßen, bei manchen auch am natürlichen Standort. Da die Zahl der untersuchten Abteilungen hinreichend groß ist, um eine Vorstellung von der Verbreitung der Wurzelverkürzung zu geben, so teile ich im folgenden ein nach dem System geordnetes Verzeichnis der Arten mit, bei welchen ich auf die genannte Weise Zusammenziehung der Wurzel gefunden habe.

Dem Namen der meisten Arten ist das Ergebnis der Messung in Klammern beigefügt. Wo dies unterblieben ist, da ist wohl Wurzelverkürzung festgestellt, aber deren Betrag nicht aufgezeichnet worden. Die erste der beigefügten Zahlen bedeutet die Größe der Verkürzung der ganzen Wurzel in Millimetern, die zweite Zahl die größte Verkürzung einer 1-cm-Strecke in Prozenten. Es bedeutet also z. B. die Angabe „30 mm, 60 %“, daß die ganze Wurzel 30 mm an Länge verloren hat, und daß diejenige 1 cm lange Teilstrecke der Wurzel, welche sich am meisten zusammengezogen hat, um 6 mm kürzer geworden ist. Bei den meisten Arten ist die Zusammenziehung von ihrem Anfang bis zu ihrem Ende verfolgt, und sind mehrere, oft viele Wurzeln untersucht worden. Daher geben in diesem Falle die Zahlen ungefähr die größte bei der betreffenden Art vorkommende Verkürzung an. Bei anderen Arten ist die Verkürzung nicht während ihrer ganzen Dauer beobachtet, oder auch die Stelle der stärksten Zusammenziehung nicht aufgesucht, manchmal auch nur eine einzige Wurzel untersucht worden. So z. B. bei langsam wachsenden Hochgebirgspflanzen (*Sida phyllanthos*, *Viola nivalis*, *Valeriana rigida* usw.), bei

*Philodendron, Ficus, Cecropia* und anderen. Die Zahlen geben in diesem Falle nicht die größte mögliche Verkürzung an. Der Einfachheit halber habe ich diesen Unterschied nicht bei den einzelnen Arten angemerkt, und verweise bezüglich des bei den Arten vorkommenden Höchstmaßes der Zusammenziehung auf meine Mitteilung über die Größe der Wurzelverkürzung[1]).

Der Zusatz H bedeutet eine Hauptwurzel (Keimwurzel), Ad eine stammbürtige Adventivwurzel, S eine Seitenwurzel.

---

## Verzeichnis mit Wurzelverkürzung begabter Arten.

### Gymnospermae.

#### Cycadinae.

Cycadaceae. *Cycas Rumphii* (H: 56 mm, 60 %), *Zamia muricata* (H: 47 mm, 50 %).

### Angiospermae.

#### Monocotyledoneae.

Alismataceae. *Alisma plantago* (Ad: 5 mm, 15 %), *Sagittaria montevidensis* (Ad: 4 mm, 10 %), *Echinodorus sp.* (Ad: 7 mm, 20 %).

Sparganiaceae. *Sparganium ramosum* (Ad: 3 mm, 10 %).

Juncaginaceae. *Triglochin maritimum* (Ad: 4 mm, 15 %).

Cyclanthaceae. *Carludovica palmata* (Ad: 10 mm, 20 %).

Araceae. *Syngonium sp.* (Ad: 3 mm, 5 %), *Symplocarpus foetidus* (Ad). *Dieffenbachia seguine* (Ad: 3 mm, 5 %), *Zantedeschia aethiopica* (Ad: 27 mm, 45 %), *Philodendron bipinnatifidum* (Ad: 26 mm, 20 %), *Caladium bicolor* (Ad: 11 mm, 30 %), *C. marmoratum* (Ad: 12 mm, 30 %), *Xanthosoma sagittifolium* (Ad: 13 mm, 15 %), *X. Jacquinii* (Ad: 11 mm, 15 %), *Arum maculatum* (Ad: 28 mm, 50 %), *Arisaema dracontium* (Ad: 15 mm, 40 %), *A. triphyllum* (Ad).

Commelinaceae. *Tradescantia virginica* (Ad: 6 mm, 25 %), *Commelina coelestis* (Ad: 12 mm, 15 %), *Commelina erecta* (Ad).

Colchicaceae. *Zygadenus glaberrimus* (Ad: 7 mm, 20 %), *Z. Fremonti* (Ad), *Veratrum album* (Ad).

Liliaceae. *Lilium martagon* (Ad: 12 mm, 40 %), *L. candidum* (Ad), *L. bulbiferum* (Ad), *L. pardalinum*, *Fritillaria Meleargris* (Ad: 8 mm, 30 %), *Ornithogalum arabicum* (Ad: 11 mm, 30 %), *O. umbellatum* (Ad), *O. pater familias* (Ad), *Camassia esculenta* (Ad), *Galtonia candicans* (Ad: 45 mm, 60 %), *Hyacinthus orientalis* (Ad: 5 mm, 25 %), *Muscari racemosum* (Ad: 14 mm, 40 %), *Scilla bifolia* (Ad: 8 mm,

---

1) A. RIMBACH, Die Größe der Wurzelverkürzung. Diese Berichte, 1926, Bd. XLIV, S. 328.

60 %), *Calochortus umbellatus* (Ad), *Brodiaea capitata* (Ad: 43 mm. 75 %), *Allium ursinum* (Ad: 10 mm, 30 %), *A. porrum* (Ad: 23 mm, 50 %), *A. sativum* (Ad: 6 mm, 30 %), *A. fistulosum* (Ad: 7 mm, 20 %), *A. ascalonicum* (Ad: 6 mm, 10 %), *A. schoenoprasum* (Ad: 8 mm, 20 %), *A. cepa* (Ad: 2 mm, 5 %), *Nothoscordon euosmum* (Ad: 42 mm, 55 %; S), *Agapanthus umbellatus* (Ad: 6 mm, 10 %), *Tritoma aloides* (Ad: 18 mm, 20 %), *Triteleia uniflora* (Ad), *Asphodelus albus* (Ad: 28 mm, 40 %), *Anthericum algeriense* (Ad: 7 mm, 15 %), *A. ramosum* (Ad), *Chlorophytum sp.* (Ad: 17 mm, 20 %). *Hemerocallis flava* (Ad: 3 mm, 5 %), *Phormium tenax* (Ad: 3 mm, 10 %), *Chlorogalum pomeridianum* (Ad: 9 mm, 50 %), *Aloe sp.* (Ad: 4 mm, 10 %), *Dasylirion acrotriche* (Ad: 17 mm, 50 %).

Convallariaceae. *Polygonatum multiflorum* (Ad), *Convallaria majalis* (Ad), *Trillium ovatum* (Ad), *Scoliopus Bigelovii* (Ad), *Asparagus officinalis* (Ad: 10 mm, 20 %), *A. verticillatus* (Ad: 9 mm, 20 %), *Jucca angustifolia* (Ad: 18 mm, 30 %), *J. aloifolia* (Ad).

Amaryllidaceae. *Narzissus tazetta* (Ad: 11 mm, 25 %), *N. junquilla* (Ad), *Leucojum vernum* (Ad), *Amaryllis belladonna* (Ad: 18 mm, 40 %), *Haylockia pusilla* (Ad), *Zephyranthes atamasco* (Ad: 7 mm, 50 %), *Z. Andersoni* (Ad), *Clidanthus fragrans* (Ad: 8 mm, 70 %), *Hymenocallis calathina* (Ad: 78 mm, 70 %), *H. quitoensis* (Ad: 60 mm, 70 %), *H. littoralis* (Ad), *Eucharis amazonica* (Ad: 25 mm, 50 %), *Elisena ringens* (Ad: 58 mm, 70 %), *Stenomesson aurantiacum* (Ad: 21 mm, 70 %), *Eucrosia bicolor* (Ad: 22 mm, 50 %), *Phaedranassa chloracea* (Ad: 63 mm, 70 %), *Polyanthes tuberosa* (Ad: 24 mm, 50 %), *Bravoa geminiflora* (Ad: 6 mm, 30 %), *Agave americana* (Ad: 16 mm, 50 %), *A. sessiliflora* (Ad: 33 mm, 60 %; S), *Fourcroya gigantea* (Ad: 27 mm, 60 %), *Hypoxis decumbens* (Ad: 18 mm, 50 %; S: 1 mm, 5 %), *H. villosa* (Ad: 11 mm, 35 %).

Iridaceae. *Iris xiphium* (Ad: 29 mm, 50 %), *I. persica* (Ad: 10 mm, 25 %), *I. germanica* (Ad: 12 mm, 25 %), *I. pumila* (Ad: 8 mm, 15 %), *I. pseudacorus* (Ad: 8 mm, 15 %), *Hermodactylus tuberosus* (Ad), *Tigridia pavonia* (Ad: 26 mm, 60 %), *Herbertia amoena* (Ad), *Crocus Imperati* (Ad), *Nemastylis grandiflora* (Ad: 16 mm, 60 %), *Calydorea nuda* (Ad: 14 mm, 50 %), *Belemcanda chinensis* (Ad: 4 mm, 10 %), *Sisyrinchium Jamesoni* (Ad: 14 mm, 30 %), *Ixia viridiflora* (Ad: 11 mm, 60 %), *Freesia refracta* (Ad: 17 mm, 60 %; S), *Watsonia aletroides* (Ad: 32 mm, 65 %), *Montbretia crocosmaeflora* (Ad: 23 mm, 60 %), *Gladiolus communis* (Ad: 36 mm, 75 %).

Musaceae. *Musa paradisiaca* (Ad: 12 mm, 20 %), *M. ensete* (Ad: 13 mm, 20 %), *Heliconia brasiliensis* (Ad: 11 mm, 15 %), *H. latispatha* (Ad: 5 mm, 10 %), *H. lingulata* (Ad: 8 mm, 10 %).

Zingiberaceae. *Zingiber officinale* (Ad: 7 mm, 15 %), *Hedychium coronarium* (Ad: 5 mm, 10 %), *Costus argenteus* (Ad: 5 mm, 10 %), *C. spiralis* (Ad: 3 mm, 5 %).

Cannaceae. *Canna indica* (Ad: 4 mm, 10 %), *C. glauca* (Ad: 4 mm, 5 %), *C. sp.* (Ad: 7 mm, 15 %).

Orchidaceae. *Chloraea membranacea* (Ad: 32 mm, 45 %), *Stenorynchus squamulosus* (Ad: 8 mm, 10 %), *Aa nubigena* (Ad: 2 mm, 5 %).

Dicotyledoneae.

## Choripetalae.

Moraceae. *Ficus elastica* (Ad: 17 mm, 2 %; S), *F. sp. Ecuador vulg. „Matapalo colorado"* (Ad: 9 mm, 3 %; S), *F. sp. Ecuador vulg. „Matapalo blanco"* (H: 29 mm, 6 %; Ad; S), *Cecropia sp. Ecuador vulg. „Guarumo negro"* (Ad: 5 mm, 5 %), *C. sp. Ecuador vulg. „Guarumo blanco"* (Ad: 6 mm, 2 %).

Urticaceae. *Urtica cannabina* (H: 35 mm, 60 %), *U. flabellata* (H: 7 mm, 15 %), *U. ballotaefolia* (H: 3 mm, 5 %), *U. dioica* (Ad: 4 mm, 5 %), *Boehmeria nivea* (H; Ad: 13 mm, 30 %), *Parietaria officinalis* (H: 5 mm, 15 %; S: 1 mm, 5 %), *Hemistylis boehmerioides* (H: 3 mm, 5 %).

Polygonaceae. *Rumex acetosa* (H: 27 mm, 40 %), *R. crispus* (H: 47 mm, 50 %), *R. conglomeratus* (H: 29 mm, 30 %), *R. hymenosepalus* (H: 33 mm, 50 %), *Rheum undulatum* (H: 51 mm, 70 %; S: 4 mm, 25 %).

Piperaceae. *Peperomia congona* (Ad: 2 mm, 10 %).

Chenopodiaceae. *Chenopodium ambrosioides* (H: 21 mm, 20 %; S: 4 mm, 10 %), *Ch. anthelminticum* (H), *Hablitzia tamoides* (H: 22 mm, 30 %), *Beta vulgaris* (H: 49 mm, 40 %), *B. cicla* (H: 31 mm, 40 %), *Boussingaultia baselloides* (Ad: 1 mm, 2 %), *Salicornia pulvinata* (H).

Amarantaceae. *Amarantus spinosus* (H: 5 mm, 10 %), *A. quitensis* (H: 18 mm, 20 %; S), *A. deflexus* (H: 4 mm, 15 %), *Alternanthera pungens* (H: 24 mm, 40 %; S: 6 mm, 20 %; Ad), *A. polygonoides* (Ad: 4 mm, 10 %), *Telanthera phylloxeroides* (Ad: 11 mm, 20 %), *T. pubiflora* (H: 5 mm, 15 %), *Guilleminia densa* (H: 18 mm, 35 %), *Gomphrena rosea* (H).

Nyctaginiaceae. *Mirabilis jalapa* (H: 74 mm, 70 %), *M. longiflora* (H: 46 mm, 65 %), *Boerhavia discolor* (H: 42 mm, 50 %), *Allionia nyctaginea* (H: 8 mm, 20 %), *Collignonia scandens* (H: 21 mm, 35 %).

Aizoaceae. *Mesembryanthemum rhomboideum* (H: 8 mm, 15 %), *M. cruciatum* (H), *M. Salmi* (H).

Phytolaccaceae. *Phytolacca decandra* (H: 41 mm, 30 %), *Ph. dioica* (H: 21 mm, 30 %).

Portulacaceae. *Talinum patens* (H: 27 mm, 30 %; S: 3 mm, 10 %), *Portulaca pilosa* (H), *Calandrinia acaulis* (H: 22 mm, 30 %), *C. cromantha* (H).

Caryophyllaceae. *Herniaria glabra* (H: 4 mm, 10 %), *Lychnis viscaria* (H: 6 mm, 20 %; Ad: 5 mm, 15 %), *L. flos cuculi* (H: 3 mm, 10 %), *L. thysanodes* (H: 6 mm, 15 %; S: 4 mm, 15 %), *Melandryum Rimbachii* (H: 23 mm, 50 %), *Saponaria officinalis* (H: 26 mm, 40 %; Ad: 7 mm, 10 %), *S. ocymoides* (H: 16 mm, 20 %), *Arenaria serpens* (Ad: 10 mm, 20 %), *Silene Schafta* (H: 13 mm, 30 %), *Agrostemma coronaria* (H: 7 mm, 20 %).

Nymphaeaceae. *Nymphaea sp.* (Ad).

Ranunculaceae. *Aquilegia vulgaris* (H: 26 mm, 40 %; S: 4 mm, 20 %), *Caltha palustris* (Ad), *Trollius europaeus* (Ad), *Aconitum napellus* (Ad: 6 mm, 35 %), *Delphinium Ajacis* (H: 9 mm, 15 %), *D. nudicaule* (H: 5 mm, 20 %), *Ranunculus bulbosus* (Ad: 5 mm, 10 %), *R. peruvianus* (Ad: 15 mm, 25 %), *R. praemorsus* (Ad: 12 mm, 20 %), *R. Bonplandianus* (Ad: 10 mm, 20 %; S: 5 mm, 15 %), *R. repens* (Ad), *R. lanuginosus* (Ad), *Anemone coronaria* (H: 35 mm, 60 %; S: 15 mm, 50 %; Ad: 12 mm, 25 %), *A. fulgens* (Ad: 7 mm, 20 %), *Clematis recta* (Ad: 7 mm, 10 %).

Berberidaceae. *Podophyllum Emodi* (Ad: 11 mm, 25 %), *P. peltatum* (Ad).

Papaveraceae. *Papaver somniferum* (H: 15 mm, 35 %), *P. bracteatum* (H: 16 mm, 50 %), *Chelidonium majus* (H: 15 mm, 20 %; S: 1 mm, 5 %), *Eschscholtzia californica* (H: 52 mm, 55 %), *Argemone mexicana* (H: 31 mm, 40 %), *Sanguinaria canadensis* (Ad), *Bocconia frutescens* (H: 8 mm, 15 %).

Cruciferae. *Brassica oleracea* (H: 3 mm, 5 %), *B. rapa* (H: 14 mm, 20 %), *B. napus* (H: 11 mm, 15 %), *Matthiola incana* (H: 6 mm, 10 %; S: 1 mm, 5 %), *Hesperis matronalis* (H: 15 mm, 30 %), *Cochlearia armoracia* (Ad: 8 mm, 15 %), *Coronopus didymus* (H: 3 mm, 5 %), *Senebiera pectinata* (H: 8 mm, 15 %; S), *Raphanus sativus* (18 mm, 35 %).

Capparidaceae. *Cleome glandulosa* (H: 4 mm, 10 %; S: 5 mm, 5 %).

Resedaceae. *Reseda luteola* (H: 7 mm, 15 %).

Moringaceae. *Moringa pterigosperma* (H: 156 mm, 75 %).

Crassulaceae. *Sedum Telephium* (Ad: 7 mm, 25 %), *S. Aizoon* (H: 6 mm, 20 %), *Sempervivum tectorum* (Ad: 3 mm, 10 %), *Bryophyllum calycinum* (Ad: ½ mm).

Saxifragaceae. *Tellima grandiflora* (Ad: 2 mm, 5 %), *Heuchera sanguinea* (Ad: 6 mm, 15 %), *Saxifraga Rhei* (Ad: 3 mm, 10 %), *S. andicola* (Ad: 1 mm, 4 %).

Rosaceae. *Fragaria vesca* (Ad: 11 mm, 15 %), *Potentilla argentea* (H: 20 mm, 35 %), *P. hybrida* (H: 15 mm, 25 %), *P. anserina* (Ad), *Geum urbanum* (Ad: 8 mm, 15 %), *G. magellanicum* (Ad: 5 mm, 10 %), *Agrimonia odorata* (Ad: 14 mm, 30 %), *Alchemilla pectinata* (Ad: 6 mm, 15 %).

Papilionaceae. *Astragalus cicer* (H: 11 mm, 30 %; S: 8 mm, 20 %), *Galega officinalis* (H: 6 mm, 15 %), *Dalea Mutisii* (H: 4 mm, 5 %), *Adesmia bicolor* (H; Ad: 2 mm, 10 %), *Lathyrus latifolius* (H: 22 mm, 25 %; S: 4 mm, 10 %), *L. pratensis* (H: 3 mm, 5 %), *Vicia andicola* (H: 5 mm, 10 %), *V. faba* (H: 2 mm, 5 %), *Orobus niger* (H: 5 mm, 15 %), *Phaseolus vulgaris* (H: 1 mm, 3 %), *Ph. atropurpureus* (H: 11 mm, 20 %), *Trifolium pratense* (H: 12 mm, 30 %), *T. hybridum* (H: 34 mm, 45 %; S: 6 mm, 30 %), *T. repens* (H: 17 mm, 30 %; Ad: 18 mm, 30 %), *Medicago sativa* (H: 26 mm, 50 %; S: 7 mm, 20 %), *Lotus corniculatus* (H: 5 mm, 15 %), *Hedysarum coronarium* (H: 11 mm, 15 %; S: 4 mm), *Onobrychis sativa* (H: 6 mm, 15 %), *Lupinus albus* (H: 5 mm, 10 %), *L. luteus* (H: 5 mm, 10 %), *L. angustifolius* (H), *L. alopecuroides* (H: 2 mm, 5 %).

Geraniaceae. *Geranium pratense* (H; Ad: 20 mm, 25 %), *G. pyrenaicum* (H: 7 mm, 20 %), *G. chilloense* (H: 6 mm, 15 %), *Erodium gruinum* (H: 19 mm, 35 %), *E. millefolium* (H: 13 mm, 30 %).

Oxalidaceae. *Oxalis elegans* (H; Ad: 55 mm, 70 %), *O. tetraphylla* (Ad: 62 mm, 70 %), *O. lasiandra* (Ad: 46 mm, 70 %), *O. cernua* (Ad: 6 mm, 10 %), *O. articulata* (H; Ad: 16 mm, 30 %), *O. corniculata* (Ad: 4 mm, 5 %), *O. albicans* (H: 28 mm, 30 %), *O. microphylla* (Ad: 4 mm, 10 %).

Balsaminaceae. *Impatiens balsamina* (Ad: 5 mm, 10 %).

Rutaceae. *Dictamnus caucasicus* (H: 8 mm, 20 %).

Euphorbiaceae. *Ricinus communis* (H: 7 mm, 5 %). *Jatropha curcas* (H: 10 mm, 10 %; S: 6 mm, 10 %), *Mercurialis annua* (H: 1 mm, 5 %), *M. perennis* (Ad).

Zygophyllaceae. *Tribulus terrestris* (H: 1 mm, 5 %).

Sterculiaceae. *Brachychiton populneum* (H: 30 mm, 45 %).

Malvaceae. *Malva silvestris* (H: 14 mm, 20 %), *M. moschata* (H: 11 mm, 15 %), *M. crispa* (H: 5 mm, 10 %), *Althaea officinalis* (H: 12 mm, 20 %), *Sida napaea* (H: 28 mm, 40 %), *S. dioica* (H: 34 mm, 40 %; S: 4 mm, 10 %), *S. phyllanthos* (H: 2 mm, 10 %), *Lavatera cachemiriana* (H: 46 mm, 50 %), *Kitaibelia vitifolia* (H: 14 mm, 20 %).

Frankeniaceae. *Frankenia triandra* (H).

Violaceae. *Viola odorata* (Ad: 1 mm, 5 %). *V. nivalis* (H: 3 mm, 20 %).

Caricaceae. *Carica papaya* (H: 19 mm, 20 %; S: 3 mm, 10 %), *C. heterophylla* (H: 15 mm, 20 %; S: 1 mm, 5 %).

Begoniaceae. *Begonia Baumannii* (Ad: 2 mm, 5 %).

Loasaceae. *Lousa tricolor* (H: 1 mm, 5 %), *Cajophora contorta* (H: 12 mm, 25 %).

Cactaceae. *Cereus sepium* (Ad: 11 mm, 15 %), *Opuntia tuna* (Ad: 3 mm, 5 %).

Datiscaceae. *Datisca cannabina* (H: 18 mm, 25 %).

Lythraceae. *Lythrum salicaria* (S: 2 mm, 10 %), *L. roseum* (S: 1 mm, 10 %).

Oenotheraceae. *Oenothera acaulis* (H: 38 mm, 50 %), *Oe. biennis* (H: 33 mm, 55 %), *Oe. missouriensis* (H: 51 mm, 55 %), *Oe. sinuata* (H), *Epilobium adenocaulon* (Ad: 2 mm, 5 %), *E. Bonplandianum* (Ad: 2 mm, 5 %).

Halorrhagidaceae. *Gunnera magellanica* (Ad: 4 mm, 5 %).

Umbelliferae. *Azorella peduncularis* (Ad: 11 mm, 20 %), *Sanicula Menziesii* (H), *Eryngium nudicaule* (Ad: 12 mm, 25 %), *E foetidum* (Ad: 13 mm, 20 %), *E. humile* (Ad: 12 mm, 20 %), *E. paniculatum* (Ad), *Apium graveolens* (H: 25 mm, 50 %; S: 2 mm, 20 %), *Carum carvi* (H: 42 mm, 60 %), *Petroselinum sativum* (H: 13 mm, 40 %), *Pimpinella anisum* (H: 2 mm), *P. saxifraga* (H: 42 mm, 60 %), *Conium maculatum* (H: 33 mm, 55 %), *Foeniculum officinale* (H: 72 mm, 55 %; S: 5 mm, 15 %), *Pastinaca sativa* (H: 14 mm, 30 %), *Peucedanum foeniculaceum* (H), *Heracleum sphondylium* (H), *Daucus carota* (H: 31 mm, 30 %; S: 2 mm, 10 %), *Coriandrum sativum* (H), *Aracacha esculenta* (Ad: 3 mm, 10 %).

Aristolochiaceae. *Aristolochia rotunda* (H: 2 mm, 10 %; Ad).

## Sympetalae.

Primulaceae. *Primula elatior* (Ad: 2 mm, 5 %), *P. malacoides* (Ad: 2 mm, 5 %), *Androsace coronopifolia* (H: 4 mm, 25 %), *Dodecatheon Hendersoni* (Ad), *Glaux maritima* (Ad: 8 mm, 20 %).

Plumbaginaceae. *Armeria plantaginea* (H: 12 mm, 30 %), *Statice incana* (H: 23 mm, 40 %).

Gentianaceae. *Gentiana cruciata* (H: 41 mm, 70 %), *G. cerastioides* (H: 4 mm, 10 %), *Swertia parviflora* (H: 4 mm, 15 %; Ad: 6 mm, 10 %).

Asclepiadaceae. *Asclepias tuberosa* (H: 42 mm, 50 %), *A. cam pestris* (Ad: 6 mm, 10 %), *A. syriaca* (H: 3 mm, 5 %), *Cynanchum fuscatum* (Ad.: 9 mm, 15 %), *C. vincetoxicum* (Ad: 2 mm, 5 %).

Polemoniaceae. *Polemonium coeruleum* (Ad: 7 mm, 15 %).

Convolvulaceae. *Convolvulus Ottonis* (H: 28 mm, 40 %), *Ipomoea platensis* (H: 63 mm, 65 %), *I. pandurata* (H: 9 mm, 15 %), *Operculina codonantha* (H: 41 mm, 30 %; S: 23 mm, 30 %).

Hydrophyllaceae. *Phacelia tanacetifolia* (H: 4 mm, 15 %), *Ph. circinnata* (H: 5 mm, 10 %).

Boraginaceae. *Cynoglossum furcatum* (H: 30 mm, 45 %), *Omphalodes longiflora* (H: 22 mm, 30 %), *Eritrichium pygmaeum* (H), *Anchusa italica* (H: 23 mm, 30 %; S: 6 mm, 20 %), *Allocarya humilis* (H; Ad: 7 mm, 15 %), *Symphytum officinale* (H: 24 mm, 30 %), *Borago officinalis* (H: 11 mm, 30 %; S: 6 mm, 30 %), *Lithospermum angustifolium* (H), *Echium vulgare* (H: 13 mm, 20 %).

Verbenaceae. *Lippia nodiflora* (Ad: 5 mm, 10 %).

Labiatae. *Stachys lanata* (Ad: 8 mm, 15 %), *St. eliptica* (Ad: 10 mm, 10 %), *Phlomis tuberosa* (H: 28 mm, 50 %; Ad: 25 mm, 50 %), *Marrubium vulgare* (H: 8 mm, 15 %), *Dracocephalum virginianum* (Ad: 9 mm, 20 %), *Mentha aquatica* (Ad: 3 mm, 4 %), *Salvia globosa* (H: 32 mm, 60 %), *S. pratensis* (H: 12 mm, 20 %), *Betonica grandiflora* (Ad: 9 mm, 15 %).

Solanaceae. *Datura stramonium* (H: 7 mm, 15 %), *Brugmansia arborea* (H: 8 mm, 15 %), *B. sanguinea* (H: 9 mm, 15 %), *Atropa belladonna* (H: 7 mm, 15 %), *Mandragora officinarum* (H: 50 mm, 65 %), *Physalis peruviana* (H: 2 mm, 5 %), *Ph. Alkekengi* (H: 1 mm, 3 %).

Scrophulariaceae. *Verbascum olympicum* (H: 24 mm, 45 %), *V. thaprus* (H: 11 mm, 35 %), *Scrophularia nodosa* (Ad: 4 mm, 10 %), *Veronica Buxbaumi* (H: 5 mm, 15 %), *V. serpyllifolia* (Ad: 3 mm, 5 %), *V. amethystina* (Ad: 4 mm, 15 %).

Bignoniaceae. *Incarvillea Delavayi* (H: 21 mm, 35 %).

Acanthaceae. *Acanthus mollis* (Ad: 27 mm, 30 %), *Ruellia tuberosa* (Ad: 20 mm, 15 %), *R. Tweedeana* (Ad: 11 mm, 15 %), *Stenandrum trinerve* (Ad: 2 mm, 10 %).

Plantaginaceae. *Plantago major* (Ad: 5 mm, 10 %), *P. Candollei* (Ad: 7 mm, 10 %), *P. Rugelii* (Ad: 10 mm, 20 %), *P. tubulosa* (Ad: 2 mm, 10 %), *P. media* (H: 8 mm, 10 %), *P. lanceolata* (H: 1 mm, 2 %).

Caprifoliaceae. *Sambucus australis* (H: 18 mm, 40 %).

Valerianaceae. *Valeriana officinalis* (Ad: 5 mm, 25 %), *V. rigida* (H: 16 mm, 30 %), *Centranthus ruber* (H: 22 mm, 30 %).

Dipsacaceae. *Dipsacus fullonum* (H: 27 mm, 50 %), *Morina longifolia* (H: 11 mm, 30 %), *Cephalaria alpina* (H: 24 mm, 40 %), *Scabiosa caucasica* (H: 16 mm, 30 %), *Succisa pratensis* (Ad: 16 mm, 25 %; S: 1 mm, 5 %).

Cucurbitaceae. *Cucurbita perennis* (H: 12 mm, 20 %), *Bryonia alba* (H: 48 mm, 50 %), *B. dioica* (H: 24 mm, 20 %).

Campanulaceae. *Campanula rapunculus* (H: 17 mm, 30 %; S: 1 mm, 5 %), *C. trachelium* (H: 7 mm, 30 %), *Phyteuma spicatum* (H: 8 mm), *Ph. orbiculare* (H), *Michauxia campanuloides* (H: 3 mm, 20 %), *Jasione montana* (H: 8 mm, 20 %), *Wahlenbergia grandiflora* (H: 37 mm, 50 %; S: 5 mm, 25 %), *Platycodon Mariesii* (H: 21 mm, 50 %), *Canarina campanula* (H: 33 mm, 50 %).

Lobeliaceae. *Siphocampylus giganteus* (Ad: 7 mm, 15 %).

Calyceraceae. *Calycera echinata* (H).

Compositae. Tubuliflorae. *Eupatorium cannabinum* (Ad: 4 mm, 5 %), *E. bartsiaefolium* (Ad: 15 mm, 20 %), *Stevia satureiaefolia* (Ad), *Petasites officinalis* (Ad), *Bellis perennis* (Ad: 3 mm, 10 %), *Achillea millefolium* (Ad: 4 mm, 10 %), *Senecio bonariensis* (Ad: 3 mm, 10 %), *Inula helenium* (H: 4 mm, 20 %), *Helianthus atrorubens* (Ad: 19 mm, 25 %; S: 11 mm, 25 %), *Aster amellus* (H: 3 mm, 10 %; Ad: 4 mm, 10 %), *Dahlia variabilis* (Ad: 14 mm, 25 %), *Spilanthes Mutisii* (Ad: 3 mm, 5 %), *Erigeron pellitum* (Ad: 2 mm, 4 %), *Culcitium longifolium* (Ad: 5 mm, 10 %), *Liabum acaule* (Ad: 10 mm, 20 %), *Werneria disticha* (Ad: 12 mm, 30 %), *W. graminifolia* (Ad: 3 mm, 10 %), *Eclipta eliptica* (Ad: 6 mm, 10 %), *Siegesbeckia agrestis* (Ad: 5 mm, 10 %), *Soliva pygmaea* (H; Ad: 4 mm, 10 %), *Xanthium spinosum* (H: 3 mm, 5 %), *Chaptalia nutans* (Ad: 10 mm, 20 %; S), *Lappa tomentosa* (H: 42 mm, 40 %; S: 2 mm, 20 %), *Cynara scolymus* (H: 33 mm, 40 %), *Silybum Marianum* H: (22 mm, 30 %).

Compositae. Liguliflorae. *Cichorium intybus* (H: 25 mm, 35 %), *Hieracium pilosella* (Ad: 2 mm, 5 %), *Leontodon autumnale* (Ad: 4 mm, 5 %), *Hypochoeris sonchoides* (H), *H. brasiliensis* (H; Ad), *Taraxacum officinale* (H: 51 mm, 45 %; S: 7 mm, 30 %), *Scorzonera hispanica* (H: 40 mm, 50 %), *Tragopogon porrifolius* (H: 36 mm, 50 %), *Sonchus oleraceus* (H: 9 mm, 20 %).

---

Das vorstehende Verzeichnis könnte durch weitere Untersuchungen leicht bereichert werden in bezug auf die Zahl sowohl der Arten, als auch der Gattungen und wohl auch der Familien. Denn die mit der Verkürzung verbundenen Eigentümlichkeiten der Wurzel und der ganzen Pflanze weisen bei unzähligen Arten auf jene Erscheinung hin. So ist Wurzelverkürzung wahrscheinlich vorhanden zum Beispiel unter den Gnetaceen bei *Welwitchia*, unter den Fumariaceen bei *Corydalis nobilis* und *Dicentra spectabilis*, unter den Araliaceen bei *Panax ginseng* und *P. quinquefolium*, unter den

Polygalaceen bei *Polygala senega*, und unter den Gefäßkryptogamen könnte man bei *Danaea nodosa*, *Marattia Kaulfussii*, *Botrychium virginianum* geringe Verkürzung vermuten.

Zusammenfassung: Wurzelverkürzung ist mittels Messung an der unversehrten wachsenden Pflanze festgestellt worden bei rund 450 phanerogamen Arten, welche sich auf 315 Gattungen und 82 Familien verteilen. Von diesen Familien gehören an: eine den Gymnospermen, 15 den Monokotylen, 43 den choripetalen und 23 den sympetalen Dikotylen.

---

## 2. Adalbert Blochwitz: Schimmelpilze als Tierparasiten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 17. Oktober 1928. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Recht häufig sind Schimmelpilze, die normalerweise saprophytisch leben, parasitisch auf Menschen und Tieren gefunden worden, besonders häufig *A. fumigatus* in der Lunge zumal der Vögel, im Ohre *A. fumigatus*, *niger*, seltener *flavus*, *nidulans*, *malignus*, auch zwei *Rhizopus*-Spezies, wenn nicht beide identisch, *A. fumigatus* auch in der Cornea, in der Nase, selbst an der Hirnbasis — hier natürlich nur Myzel —, *A. flavus* (= *Jeanselmi Ota*) selbst in Nägeln, mehrere Spezies auf oder in der Haut, aber meist nur scheinbar parasitisch, jedenfalls erst sekundär nach vorausgegangener Erkrankung oder Mazeration der Haut, in eiternden Geschwüren, Abszessen infolge mangelhafter Reinigung oder Behandlung der Wunden oder erkrankten Haut, bei wilden oder tiefstehenden Völkern oder Individuen, bei Tokelau, Mycetom (Madurafuss), oft aber nur vom Schmutz lebend, als Erreger oder doch regelmäßig beteiligt nur bei den Carates in Kolumbien und Mexiko. Besonders auffällig waren mir einige Funde auf Insekten, die dadurch abgetötet worden sein sollen, *A. flavus* auf Seidenraupen in Japan (NOMURA), auf Zuckerrohr-Schildläusen auf Hawaii (SPEARE) und Porto Rico, neuerdings auf Termiten in Java (BOEDIJN), *niveus* n. sp. auf einer Hausgrille, *Mucor* auf Heuschrecken in Südafrika, *Cladosporium* (V. THÜMEN) und *Verticillium aphidis* (ROSTRUP) auf Blattläusen, *Sporotrichum globuliferum* auf Kiefernspinnerraupen in Norwegen (JOHAN-OLSEN SOPP), neuerdings zu *Beauveria* gestellt,

also obligater Parasit wie *B.* (*Botrytis*) *Bassiana* und *tenella*. Man mußte diesen Angaben skeptisch gegenüberstehen, da man doch bei der Ubiquität dieser Pilze auch bei uns jeden Tag dergleichen sehen müßte. Indes fiel mir auf, daß alle diese Spezies thermophil und diese Fälle an warmen Orten vorkamen, in den Tropen, im Seidenraupenbrutraum, unterm Ofen, in der Lunge und sonstwo im Warmblüterkörper. Den pathogenen Charakter mutmaßlicher Parasiten pflegt man zu prüfen durch Injektion einiger Millionen Conidien intravenös oder intraperitoneal: die pathogenen keimen in verschiedenen Organen aus und bilden Myzelknötchen, die zu Krankheitserscheinungen und meist zum Tode führen, die harmlosen nicht. Indes ist dies kein normaler Weg der Erkrankung.

Um die Frage unter Infektion auf natürlichem Wege zu prüfen, verwendete ich *Drosophila*, auf erweichten Birnen gezüchtet, brachte in Doppelschälchen eine kleine *Aspergillus*-Kultur und als Köder ein Stückchen von dem Birnenbrei, der zugleich die nötige Luftfeuchtigkeit liefert. Zum Einfangen der Fliegen wurden diese mit halb aufgesetztem Deckel unter eine Glasglocke mit einem Schwarm gesetzt, nach Einfangen von etwa einem Dutzend in den Thermostaten bei 25°, 30°, 35° gebracht. Bei 28—30° waren alle Tierchen am folgenden Tage tot, am zweiten mit Myzel bedeckt, am dritten mit Konidienträgern, die am vierten die charakteristische Farbe der betreffenden Spezies zeigten; bei 35° verlief die Mykose etwas rascher; bei 25° waren nur bei *A. clavatus* einzelne Individuen befallen. Bei Infektion von Larven verlief die Mykose in der gleichen Zeit wie bei den Imagines; bei Infektion kurz vor der Verpuppung treten dichte Bündel von Konidienträgern aus den offenen Enden der Puppe. Wenige Leichen unter einer Glasglocke vernichteten durch Ansteckung einen ganzen Schwarm: Mykose-Epidemie.

Parasiten sind *A. fumigatus*, *malignus*, *flavus* einschl. *Tamari*, *niveus*, *galeritus* n. sp., *nidulans*, *clavatus* einschl. *giganteus*. Sämtliche Stämme einer Art erwiesen sich als gleichstark virulent, nur *A. Oryzae* schwächer als die anderen *flavi*, obwohl nur eine Wuchsform oder Kulturvarietät, *giganteus* schwächer als *clavatus*, von dem er eine Mutation ist. Bei allen anderen Spezies trat nie der geringste Erfolg ein, ebensowenig bei *Pen. glaucum*, *Rhiz. nigricans*, *Mucor Mucedo*. *Mucor* ist auf Heuschrecken nicht Parasit; *Cladosporium* befällt ebenfalls wohl nur kranke Blattläuse. Das wichtigste Ergebnis exakter Versuche ist: die höhere Temperatur allein reicht nicht aus, die wesentlichste Bedingung ist hohe Luftfeuchtigkeit; in dieser keimen die an den Haaren hängengebliebenen Konidien

aus, die Hyphen dringen durch die weiche Haut der Gelenke oder die Stigmata ein und zehren das ganze Innere auf. 20 bis 30 tote Fliegen, die sich auf einem *flavus*-Rasen bei Zimmertemperatur mit Konidien beladen hatten, wurden auf einem Uhrglas gesammelt, in ein Doppelschälchen mit etwas Wasser und dieses in 30° gebracht; in der üblichen Zeit waren alle dicht bedeckt, die von einer anderen Platte ohne Wasserzusatz blieben völlig frei, ebenso die von einer *glaucus*-Platte gesammelten bei Wasserzusatz; dieser vermag also auch Leichen nicht zu befallen. Krankheitssymptome sind hochgradige Erregung bei gleichzeitiger Lähmung der zuerst befallenen Extremitäten, meist der hinteren, Abwischbewegungen am Infektionsherd, schließlich Marasmus.

Besonders interessant sind die Beziehungen zwischen Parasitismus und Physiologie. Zwar sind alle Parasiten, mit Ausnahme von *clavatus*, thermophil, aber keineswegs alle thermophilen parasitisch, z. B. *niger*. Auch sind nicht etwa die Hygrophilen parasitisch, obwohl im feuchten Tropenklima die günstigsten Bedingungen für sie gegeben sind. Wohl aber sind die Parasiten ± deutlich oxyphob, unter den Oxyphilen kein einziger Parasit; diese sind an säuerliche oder rasch sauer werdende Vegetabilien in ihrer Ernährung angepaßt, jene mehr an alkalisch werdende tierische Stoffe. Es liegt also die Vermutung nahe, daß im feuchtwarmen Tropenklima der Vorzeit die Aspergillen Insekten- oder allgemein Tierparasiten gewesen sind, dann durch das Heer pathogener Bakterien verdrängt und, auf tierische Stoffe und Exkrete angewiesen, schließlich auch hier durch Fäulnisbakterien verdrängt wurden, daher die große Seltenheit vieler, gerade pathogener Spezies, von denen nur *fumigatus* und *flavus* häufig sind. In meiner „Phylogenie" ist dies näher begründet, ebenso in der ausführlichen Abhandlung über tierparasitische Schimmelpilze, die demnächst in LUBARSCH-OSTERTAGs Ergebnissen der allg. Path. u. path. An. endlich erscheinen dürfte. Gleichwohl müßte man nach dem Ergebnis meiner Versuche annehmen, daß Schimmelpilze in den Tropen massenhaft Insekten vernichten müßten; leider aber sind wir über Häufigkeit und Lebensweise der Schimmelpilze in den Tropen gar nicht unterrichtet; jeder Forscher, jeder Reisende bringt ganze Schiffsladungen von Phanerogamen mit; aber ein bißchen Schimmel, das nicht die geringste Mühe, nicht den geringsten Raum beansprucht, ist nicht zu bekommen. Auf die kritische Bearbeitung und Aufklärung der in der medizinischen Literatur beschriebenen Mykosen einzugehen, ist hier nicht der Ort, und es wird auf die ausführliche Abhandlung hingewiesen. An alle Leser richte ich die

dringende Bitte, alle auf Menschen und Tieren gefundenen Schimmelpilze mir zur Bestimmung zu überlassen; Reinkultur nicht erforderlich; Rohmaterial, in Fließpapier getrocknet, im Briefumschlag genügt, zu richten an das Pathologische Museum der Charité, Berlin NW 6.

---

## 3. E. Werth: Zur Klimatologie, Pflanzengeographie und Geschichte des Europäischen Ackerbaues.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 27. November 1928. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Die vorliegende Arbeit soll in einem kurzen Überblick zeigen, wie die Landbauzonen Europas sich in die allgemeine Klimatologie und Pflanzengeographie des Erdteils einordnen, und damit das Verständnis der spärlichen Daten aus der ältesten Geschichte des Ackerbaues und der Entwicklungsgeschichte des indogermanischen (Pflugbau-) Kulturkreises überhaupt zu vertiefen und zu erweitern versuchen. Ich gebe damit, einer von verschiedenen Seiten an mich ergangenen Aufforderung folgend, einen ganz kurzen Auszug aus den Ergebnissen einschlägiger Untersuchungen, die, auf die verschiedenen in Betracht kommenden Wissensgebiete ausgreifend, mich seit einer ganzen Reihe von Jahren beschäftigen und vorläufig noch nicht zum Abschluß zu bringen sind.

Bei der Abgrenzung der Landbauzonen (1) habe ich den Weizen, das wichtigste Brotgetreide unseres Kulturkreises, in den Vordergrund gerückt. Wir beginnen am besten im Norden und verfolgen zunächst die einzelnen Zonen.

I. Gerstenzone. Die absolute Getreidegrenze ist zugleich die Grenze der Gerste. Ich verstehe unter Getreidegrenze naturgemäß den Anbau von Getreide zum Körnergewinn. Meine Grenze reicht daher nicht so weit nach Norden, wie es in den üblichen Darstellungen der Fall zu sein pflegt, die ohne Zweifel auch den Anbau von Gerste und Hafer als Grünfutter mit einbezogen haben. Die Gerstengrenze stimmt recht gut überein mit der Linie: 2½ Monate warme Periode, d. h. mit einer Tagestemperatur von 10° und mehr (2). Das ist also das Mindeste, was die Gerste zur Reife noch bedarf. Es entspricht dies einer mittleren Temperatur

## Die Landbauzonen Europas.

- I. Gersten-Zone.
- II. Hafer-Zone.
- III. Roggen-Sommerweizen-Zone.
- IV. Roggen-Winterweizen-Zone.
- V. Weizenzone.
- VI. Mediterrane (Oliven-) Zone.
- VII. Dattelpalmen- (subtropische) Zone.
- Temperaturlinien.
- Pflanzenarealgrenzen.
- Regenlinien.

von 12° des Reifemonates: August. Für die übrigen „Sommer“-Monate kommen folgende mittlere Temperaturen in Betracht: Mai ca. 4°, Juni 10—11°, Juli ca. 14°, September ca. 7° (3). Die durch die Polargrenze der Gerste nach Norden abgeschlossene Zone ist landbaulich als Gerstenzone zu bezeichnen, da in ihr der Gerstenbau (unter dem Zwange des Klimas) überwiegt. Daneben spielen Hafer und Roggen eine Rolle. Pflanzengeographisch entspricht die Zone dem Nordeuropäischen Nadelwaldgebiet; und die polare Fichtengrenze wird wenigstens an einigen Stellen von der Gerstengrenze erreicht. Nördlich dieser Zone wohnen nicht-indogermanische Renntiernomaden: Lappen und Samojeden.

Mit den folgenden Zonen gelangen wir in das Gebiet des Weizens. Seine Polargrenze habe ich als Nordgrenze der nächsten beiden Zonen genommen. Sie entspricht einer warmen Periode (10° Tagestemperatur und mehr) von 3½ Monaten. Die entsprechenden mittleren Monatstemperaturen sind: Mai ca. 8°, Juni ca. 14°, Juli 15—17°, August 15° (an der norwegischen Küste 14°), September 9° (in Rußland) bis 10°. Die Polargrenze des Weizens stimmt ferner gut überein mit der Nordgrenze des Areals der Winterlinde (diejenige der Stieleiche verläuft etwas südlicher). Damit befinden wir uns im Bereiche des Osteuropäischen Eichenmischwaldgebietes, das südlich und westlich von der Buchenlinie (s. u.) begrenzt wird. Naturgemäß tritt in der Nähe der Polargrenze des Weizens der Anbau dieses Getreides noch sehr zurück. Vorherrschend sind zunächst im Osten der Roggen, im Westen der Hafer.

II. Haferzone. Der Hafer bildet als vorherrschende Getreideart (mehr Hafer als Brotgetreide) einen von Westen nach Osten sich zuspitzenden Keil, dessen Südgrenze dem Verlauf der mittleren Junitemperatur von 15° entspricht (Mai 8—12°, Juli 16—17½°, August 15—17°). Es ist das offensichtlich eine Konkurrenzgrenze. Konform mit ihr verläuft die Südgrenze des Areals von *Cornus suecica*, parallel aber im ganzen etwas nördlicher auch die Nord-Grenze von *Ulmus effusa*.

III. Roggen-Sommerweizen-Zone. Im Süden und Osten grenzt an die eben konstruierte Linie das Gebiet vorwiegenden Roggenbaues. Durch die Anbauverhältnisse des Weizens wird es nochmals geteilt in eine östliche Zone vorwiegenden Anbaues von Sommerweizen (= Osteuropäisches Eichenmischwaldgebiet) und in eine westliche vorwiegenden Winterweizenanbaues (= Westeuropäisches Buchenwaldgebiet). Die Grenzlinie, naturgemäß eine Frostgrenze, verläuft, entsprechend den Januar-

Isothermen, von Südost nach Nordwest und fällt in ihrem gesamten unregelmäßigen Verlauf zwischen die mittleren Januartemperaturen —3 und —5°. Letzterer Zahl kommen ungefähr folgende Werte in den anschließenden Monaten gleich: November + 1 bis 4°, Dezember —2 bis —3½°, Februar ca. —5°, März —2 bis 0°. Die Linie entspricht ferner einer Frostdauer (Tagestemperatur 0° und darunter) von 3—4 Monaten. In dem so gebildeten Streifen (zwischen —3 und —5° Januarmittel) verlaufen auch die Polargrenzen von Buche, Hainbuche, Eibe, Bergahorn, Traubeneiche, Efeu, Sauerdorn und Waldrebe, also wichtigster Bestandteile der Buchenwaldformation.

Die Buchengrenze bildet die Südwestgrenze der slawisch-finnischen Völkerstämme und zur jüngeren Steinzeit (nachweislich wenigstens in ihrem nördlichen Anteil (3a)) die Grenze zwischen der megalithischen Ackerbau- und der nordöstlich daran stoßenden sogenannten arktischen Jäger- oder Nomadenkultur (4).

Die Roggen-Sommerweizen-Zone hat auch eine Südostgrenze, die zugleich eine absolute Landbaugrenze ist und von den nicht-indogermanischen Nomadenvölkern (Kirgisen, Kalmücken) der Kaspischen Wüste gebildet wird. Das Auftreten nichtindogermanischer Völker und Kulturen an den klimatischen Grenzen des Bodenbaues hier im Südosten wie im Norden Europas beleuchtet grell den innigen Zusammenhang des indogermanischen Kulturkreises mit dem nichttropischen Ackerbau (Pflugbau).

IV. Roggen-Winterweizen-Zone. Über diese vierte Zone vorwiegenden Roggens neben Winterweizenbau braucht nicht mehr viel gesagt zu werden. Sie bildet mit der Haferzone zusammen das Hauptgebiet der germanischen Völker, der Schwarzbrot- und Haferbreiesser. Wichtig ist dann wieder die Grenze zur folgenden Zone,

V. Weizenzone, mit der wir das Gebiet vorwiegenden (Winter-) Weizenbaues betreten. Die Grenze entspricht der Linie, die die Orte mit 6 Monaten Wärmeperiode (Tagestemperatur von 10° und mehr) verbindet, was ungefähr einer mittleren Temperatur des November von +5° gleichkommt (oder weniger gut Februar 2½°). Pflanzengeographisch kommt hier am ehesten die Nord- und Ostgrenze des Areals von *Buxus sempervirens* in Betracht. Wie zu erkennen, grenzt unsere Linie zugleich ungefähr das Gebiet der romanischen Völker, der Weißbrotesser, nach Norden und Osten ab, wobei Groß-Britannien, ganz entsprechend dem Mischcharakter seiner Bevölkerung (mediterraner Rasseneinschlag, romanisch-germanische Mischsprache u. a.) gezweiteilt wird.

VI. Mediterrane (Oliven-) Zone. Diese unsere nächste Zone bildet das Mediterran-Gebiet. Sie wird von der vorigen durch die Nordgrenze der Olivenkultur (die ungefähr auch der Nordgrenze des Areals der wilden Olive entspricht) und durch die Linie: 3 Monate heiße Periode (d. h. Tagestemperatur von 20° und mehr) geschieden. Es entspricht diese Grenze ferner einer mittleren Septembertemperatur von 19°, wie Juli 23—24°, August 22°, Oktober 15°, November ca. 10°, Dezember ca. 6°, Januar etwa 5—6°. Die Mediterrane Zone ist ein Trockengebiet und das Gebiet der Hartlaubgehölze (5). Landbaulich wird es charakterisiert durch intensiven Anbau von Oliven, Feigen und Wein, in den südlicheren Anteilen auch Orangen und Zitronen. In der Mediterranen Zone ist die Heimat der Olive, wie der Feige und von Johannisbrot zu sehen und wahrscheinlich auch der Ursprung der entsprechenden Kulturen (6). Hauptgetreide bleibt Weizen.

VII. Subtropische (Dattelpalmen-) Zone. Im Süden lasse ich die Mediterrane Zone begrenzt sein durch die Nordgrenze des Anbaues der Dattelpalme. Diese ist bedingt durch die geographische Lage: Mittlere Jahrestemperatur von 21°, und das (mit den benachbarten Meeresströmungsverhältnissen zusammenhängende) Wüstenklima: Jahresregenmenge 20 cm. Es mag die so bezeichnete Grenze ungefähr 6 Monaten heißer Periode (20° Tagestemperatur und mehr) entsprechen, wie einer mittleren Temperatur des Reifemonats der Dattel (November) von 18° (Dezember 16°, Februar 14°, März 18°). Die Dattelpalmenzone reicht mit der Südgrenze der Dattelpalme bis an das tropische Agrikulturgebiet. Sie ist charakterisiert durch Oasenkultur und den Anbau von Weizen und Gerste neben tropischer Hirse: Durrha (*Andropógon sorghum*) und auch Duchn (*Pennisetum typhoideum*). Sie bildet damit auch eine Übergangszone zu dem großen tropischen Agrikulturgebiet, fällt aber ganz in den Bereich der Pflugbaukultur, und auch ethnographisch wie historisch gehört sie dem indogermanischen Kulturkreise im weiteren Sinne an.

Betrachten wir nun kurz die wichtigsten Daten der ältesten Ackerbaugeschichte und versuchen sie in den eben gewonnenen Rahmen einzupassen.

**A.** Zunächst muß ich da der u. a. auch von HOOPS (7) verfochtenen Anschauung entgegentreten, welche in Europa bereits für das Jungpaläolithikum mit Ackerbau glaubt rechnen zu können. Die für diese Ansicht aus jener Zeit angezogenen Kunstgebilde sind, zum größten Teil wenigstens, m. E. durchaus unähnlich einer Getreide- oder überhaupt Grasähre (Dreizeiligkeit, gleiche Dicke

von Stiel und „Ähre“, Gegenständigkeit der „Ährchen“ etc.) und vielleicht viel eher ein von der Harpunenschnitzerei abgeleitetes dekoratives Motiv. Will man aber mit Gewalt in den betreffenden Skulpturen und Gravierungen Grasähren erblicken, so kann ebensogut eine Wildgrasart die Vorlage gebildet haben. Kulturgerste oder -weizen sind schon aus klimatischen Gründen ganz auszuschließen. Die betreffenden Bildwerke gehören der sogenannten Renntierzeit (letzte Phase der Eiszeit) an, und die Skulpturen aus der Höhle von Lourdes z. B. sind aus Renntiergeweih geschnitzt. Die Begleitfauna enthält u. a. außer Renntier noch Eisfuchs, Gemse und Steinbock. Wir haben es also mit durchaus glazialen (arktischen) Klimaverhältnissen zu tun. Und wenn es dem Jahrtausende alten Ackerbau Europas bis heute nicht gelungen ist, bis in ähnliche Klimaverhältnisse vorzudringen, dann können wir am allerwenigsten erwarten, daß er hier in der Eiszeit seinen Anfang genommen hat.

B. Ganz anders liegen dagegen die Verhältnisse in der folgenden prähistorischen Periode, in der Mittleren Steinzeit (Mesolithikum-, Campignien-, Kökkenmöddinger-Kultur). Diese Periode leitete zu den heutigen, ja sogar zu etwas besseren Klimaverhältnissen über (8). Ihr gehören die ältesten Getreidefunde Europas an. Diese sind gefunden in Mas d'Azil in Südfrankreich: Weizen, in Campigny in Nordfrankreich: Gerste (9), und in Limhamn bei Malmö in Südschweden: Weizen (vielleicht *Triticum dicoccum*) (10). Es liegt kein Grund mehr vor, den Fund von Mas d'Azil, wie es u. a. OBERMAYER (11) tut, zu mißkreditieren, da sich die Ansicht, daß es sich bei der nach Mas d'Azil genannten Kulturstufe nur um eine subglaziale Übergangsphase handelt, als irrtümlich erwiesen hat. Campignien- und Asilien-Funde in korrespondierenden — dem Höchststande des Litorinameeres, also der Endphase des Mesolithikums (12) entsprechenden — (Tapes-) Terrassen in Schottland und Irland (13) beweisen die vollkommene zeitliche Parallelität des „Asilien“ und „Campignien“. Zugleich mit dem Mesolithikum treten in Europa die ersten Kurzkopfrassen auf. Neben Getreide erscheint Viehzucht (Hund, Rind, Schaf, Schwein) und Töpferei. Die heutige Verbreitung der Kurzkopfrassen weist auf Vorderasien bis Iran. In dieser Richtung ist also die Herkunft des europäischen Bodenbaues zu suchen.

C. Dafür spricht auch das, was wir aus der folgenden Periode, der eigentlichen Jüngeren Steinzeit (Voll-Neolithikum = 7000 bis 4000 Jahre vor heute, WERTH a. a. O.), an Getreidefunden kennen (13a). Neben Weizen (*Triticum vulgare* und *compactum*,

*Tr. dicoccum, Tr. monococcum)* und Gerste tritt auch die Hirse (*Panicum miliaceum* und *Setaria italica*) auf. Diese letztere fehlt jedoch unserer Zone VII, was bei ihrer südostasiatischen Heimat (14) für Europa auf dieselbe Spur weist, die soeben angedeutet wurde. Die südöstliche kurzschädelige Rassengruppe muß es auch gewesen sein, welche in Europa, zugleich mit der Einführung der ersten Ackerbaugüter, durch ihre Sprache die der europäischen langschädeligen Urrasse eigentümliche Sprache zum Indogermanischen gewandelt hat (15). Denn südlich des Mittelmeeres, wo eine rassische Beeinflussung von seiten der genannten Südostgruppe nicht bemerkbar ist, in unserer Zone VII, herrschen, bei im übrigen durchaus gleicher Rassengrundlage, wie in den von Norden her in das Mittelmeer eingreifenden Gebieten (Mediterrane Rasse) und voller Zugehörigkeit zum indogermanischen (Pflug-) Kulturkreise, nichtindogermanische Sprachen.

Soweit die Nackt-Weizensorten mit Sicherheit näher identifiziert werden konnten, handelt es sich für Europa allemal um Weizen der Spelzreihe (wahrscheinliche Heimat [nach VAVILOV] Ostindien), während wir südlich des Mittelmeeres, in Ägypten als ältesten (in der Bronzezeit) Weizen der EMMER-Reihe (*Triticum turgidum* — wahrscheinliche Heimat Abessinien) antreffen. Wieder ein Beweis für die ursprünglich gänzliche Unabhängigkeit der Ackerbaugebiete nördlich und südlich des Mittelmeeres (15a).

**D.** Diese letztere, südlichste, Semitisch-Hamitische Zone VII bildet zusammen mit China, Indien, Mesopotamien und Jemen (Saba) die Zone der ältesten und südlichsten Hochkulturreiche der (geschriebenen) Geschichte, was bei den hart an der Grenze des tropischen Agrikulturgebietes liegenden Ursprungszentren unserer ältesten Kulturpflanzen (16) voll begreiflich erscheint. Zur Zeit, als der Pflug, das Hauptcharakteristikum und Unterscheidungsmerkmal des nördlichen (indogermanischen) Ackerbaugebietes gegenüber dem südlichen (tropischen), eingeführt wurde, hatten jene Reiche vielleicht den Höhepunkt ihrer kulturellen Macht schon überschritten. Der Pflug ist in Ägypten wie Babylonien mindestens zu Anfang der Bronzezeit bekannt (ungefähr 5000 Jahre vor heute) und in Nordeuropa (Südschweden [Bohuslän]) (17) erscheint er in einer jüngeren Phase der hier im Norden später anzusetzenden Bronzezeit, also vielleicht 3500 Jahre vor heute (18), ungefähr ebenso früh auch in den Seealpen. Zugtier des Pfluges ist dabei von Anfang an das Rind, das, ebenso wie der Pflug, dem unbeeinflußten tropischen Agrikulturkreise (sog. „Hackbau"-Zone) fehlt.

E. In der zweiten Periode der Geschichte des indogermanischen Kulturkreises rückt unsere Mittelmeerzone in den Vordergrund. Schon in der jüngeren Steinzeit muß sich die Bedeutung derselben vorbereitet haben. Denn eine ganze Reihe von Kulturpflanzen, wie Erbse, Bohne (*Faba vulgaris*), Linse, edles Obst (Apfel, Zwetsche, Walnuß) und Lein (*Linum angustifolium*), sind da schon bis zum Nordsaum der Alpen zu finden, während sie (offensichtlich nicht zuletzt aus klimatischen Gründen) den nördlicheren Ländern Europas noch fehlen (19).

F. Nur allmählich konnten durch weitere, bewußte oder unbewußte Züchtung die an der Grenze des tropischen Ackerbaugebietes heimischen Getreidearten so weit gebracht werden, daß sie auch sich in die kurze Vegetationsperiode des nördlichen und die harten Winter des östlichen Europas einfügten und dabei zum Teil von Winter- in Sommergetreide umgewandelt wurden. Die in die Karte eingetragenen Linien warmer und heißer Perioden geben eine Vorstellung von der stufenweisen Reduktion der Vegetationszeit, die dabei eintreten mußte. Noch zur jüngeren Steinzeit (Voll-Neolithikum) lag, wie oben schon angedeutet, die absolute Getreidegrenze und damit auch die Grenze zwischen europäischer und asiatischer Kultur offensichtlich da, wo heute die Grenze zwischen den slawisch-finnischen Völkern (mongolischer Einschlag) und den anderen europäischen Völkern verläuft. Da die Hauptgrenze zwischen Winter- und Sommerweizenbau noch heute eine ähnliche ist (siehe Karte), so kann es kaum zweifelhaft sein, daß diese Kultur- und Bevölkerungsgrenze durchaus eine klimatische war (Buchenlinie). Die erst langsam erfolgte und heute noch nicht abgeschlossene Europäisierung des slawisch-finnischen Ostens (durch kolonisierende Tätigkeit westlicher Rassen) macht den Reichtum verständlich, der noch gegenwärtig an asiatischen Kulturgütern hier vorhanden ist. So z. B. von altertümlichen Wohnformen, das verbreitete runde Stangenzelt („Sommerküche").

G. Erst mit der Einführung weiterer wichtiger, weniger frostempfindlicher, weil nördlicher beheimateter Kulturpflanzen, die in den südlichen Zonen nie eine wesentliche Bedeutung gehabt haben, änderten sich auch für Nordeuropa die Verhältnisse von Grund aus. Dem ersten Auftreten von Hafer und Roggen (Inkulturnahme beider wahrscheinlich in den Kaukasusländern), wie von einjährigem Lein (*Linum usitatissimum*), zur Bronze- und frühesten Eisenzeit (d. i. also 3000—4000 Jahre vor heute) folgte — nachdem noch kürzere Zeit hindurch die Kelten (heute Nordwestromanen) eine

wesentliche geschichtliche Rolle gespielt hatten — die Expansion der germanischen Völker, durch welche die Führerschaft in der Geschichte von der Mediterranen Zone in die mittel- und nordeuropäischen Länder verlegt wurde. Und als Abschluß dieser Bewegungen sind endlich die Staatengründungen im Bereiche der finnisch-slawischen Völker aufzufassen.

H. Die hart an der Grenze des tropischen Agrikulturgebietes liegenden Ursprungszentren der ältesten Kulturpflanzen des indogermanischen Pflugbaugebietes machen von vornherein ein Hervorwachsen der Ackerbaukultur desselben aus der tropischen wahrscheinlich. Daß hier in den Tropen die Inkulturnahme von Nährpflanzen älter ist, als die Zeit des ersten Auftretens solcher, wie wir sie oben für Europa festlegen konnten, und aus klimatischen Gründen sein muß, habe ich früher (20) wahrscheinlich zu machen versucht. Der angedeutete Zusammenhang ergibt sich ferner m. E. aus einer ganzen Reihe wichtiger Kulturgüter, die überall auf der Erde mit dem Bodenbau einherzugehen pflegen. Ausnahmen betreffen im allgemeinen Randvölker und bestätigen damit nur die Regel. Vor allem sind hier zu nennen: Viehzucht, Töpferei, Weberei, viereckiger Hausstil. Viehzucht und Töpferei treten in Europa im Mesolithikum gleichzeitig mit jener südöstlichen kurzköpfigen Rassengruppe auf, welche wir oben als Überbringer des europäischen Ackerbaues kennengelernt haben. Und Weberei wie viereckiger Hausstil begegnen uns in Europa klar zuerst im ältesten Voll-Neolithikum unter den Händen derselben Kurzkopfrasse. Daß letzterer (Rechteckhaus) — noch heute vielfach (Küstensiedlungen des nördlichen Norwegen, Portugal, Poljen des südosteuropäischen Karstgebietes, Süd-Ungarn, griechischer Tempelstil und mitteleuropäisches „Laubenhaus") den tropischen Pfahlbau erkennen lassend — nicht etwa bodenständig in Europa ist, zeigt die noch heute (besonders in den romanischen Ländern) weite Verbreitung bienenkorbförmiger Rundbauten — offenbar die vorindogermanische Urform des europäischen Hauses —, wie sie ähnlich noch heute bei den rassenverwandten äthiopischen Völkern in der südlichsten Zone des indogermanischen Pflugbaugebietes die übliche Hausform darstellt.

---

**Literaturnachweise.**


1. Vgl. vor allem TH. H. ENGELBRECHT: Die Landbauzonen der außertropischen Länder, Berlin 1899.
2. Vgl. A. SUPAN: Die mittlere Dauer der Hauptwärmeperioden in Europa, PETERMANNS Mitteilungen, 33. Bd., 1887, S. 165 ff.
3. W. GORCZYNSKI: Nowe Izotermy, Warschau 1918.

3a. Vgl. hierzu die Karten von O. MONTELIUS: Die Verteilung der Steinzeitgräber in Südschweden, und von G. ANDERSSON: Die Verbreitung der Buche in Schweden und Südnorwegen; nebeneinandergestellt in: Wissenschaftliche Ergebnisse des Internationalen Botanischen Kongresses, Wien 1905, Jena 1906, S. 88/89.
4. BRÖGGER: Den arktiske Stenalder i Norge. Skrifter udgivne af Videnskabs Selskabet i Christiania 1909.
5. Vgl. A. F. W. SCHIMPER: Pflanzen-Geographie auf physiologischer Grundlage, Jena 1898, S. 538, Karte 2 und 3.
6. Vgl. N. I. VAVILOV: Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen, Verh. des V. Internat. Kongr. f. Vererbungswissenschaft, Berlin 1927, Leipzig 1928, S. 342 ff.
7. J. HOOPS: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum, Straßburg 1905, S. 277—280.
8. Vgl. E. WERTH: Zur Kenntnis des postglazialen Klima- und Vegetationswechsels, diese Zeitschrift, 1928, S. 328 ff.
9. PIETTE in L'Anthropologie, 1896, S. 10. — PH. SALMON, D'Ault du Mesnil, S. CAPITAN: Le Campignien etc., Rev. mens. VIII, 1898.
10. K. KJELLMAK: En stenålders boplaps i Järavallen vid Limhamn. Antiqvarisk Tidskrift för Sverige. Del 17, Nr. 3 (S. 1—143), Stockholm 1905.
11. H. OBERMAYER: Der Mensch der Vorzeit, Berlin-München-Wien 1911/12, S. 215.
12. Vgl. E. WERTH a. a. O.
13. Vgl. E. WERTH: Der fossile Mensch, Berlin 1921 ff., S. 600.
13a. Vgl. dazu u. a. HOOPS a. a. O. S. 280 ff. und I. BECKER: Handbuch des Getreidebaues, Berlin 1927, S. 209 ff., S. 311 ff., S. 423 ff., S. 564 ff.
14. VAVILOV a. a. O. S. S. 365.
15. Näheres darüber vgl. E. WERTH: Der fossile Mensch, S. 332/33.
15a. In gleichem Sinne spricht auch der Bestand ältester Haustiere in beiden Gebieten.
16. VAVILOV a. a. O.
17. S. MÜLLER: Mémoires de la Soc. Roy. des Antiquaires du Nord 1902, S. 39.
18. Zu den Jahreszahlen vgl. E. WERTH a. a. O.
19. Vgl. HOOPS a. a. O., S. 337 ff.
20. E. WERTH: Zur Natur- und Kulturgeschichte der Banane, Festschrift für EDUARD HAHN, Stuttgart 1917, S. 22 ff.

## 4. Erich Nuernbergk: Ein elektrischer intermittierender Klinostat mit Einrichtung zum Antrieb von kinematographischen Aufnahmeapparaten.

(Mit Tafel I und II und 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 11. Dezember 1928. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Bekanntlich hat die Kinematographie in den letzten Jahren einen ganz bedeutenden Aufschwung genommen. Es sind nicht nur ausgezeichnete kleine und verhältnismäßig billige Aufnahmeapparate konstruiert worden, sondern auch die Verbesserung des Negativmaterials, besonders in Hinsicht auf Farbenempfindlichkeit, hat solche Fortschritte gemacht, daß sich heute zahlreiche Vorgänge mittels des Filmes reproduzieren lassen, an deren Aufnahme man vor wenigen Jahren noch kaum denken konnte. Für den Pflanzenphysiologen kommt nun die Kinematographie vor allem dann in Betracht, wenn es sich um Aufzeichnungen von pflanzlichen Bewegungen handelt, und der große Wert des Bildstreifens, der darin besteht, objektive und immer wieder überprüfbare Protokolle zu liefern, ist sehr hoch einzuschätzen. Bisher sind aber meist nur Blattbewegungen, einfachere Wachstumsvorgänge und taktische Bewegungen mit Hilfe von verschiedenen, z. T. auch in den Handel gebrachten Zeitraffer-Vorrichtungen aufgenommen worden, während man sich mit der Registrierung solcher tropistischer Vorgänge, die zu ihrer Demonstration das Klinostatieren der Versuchsobjekte während der Aufnahme notwendig machen, noch recht wenig befaßt hat. Das liegt wohl hauptsächlich an der technischen Schwierigkeit, in solchen Fällen die Klinostatendrehung, die dabei aus leicht ersichtlichen Gründen intermittierend vor sich gehen muß, so mit der Betätigung des Kinoapparates zu verbinden, daß stets automatisch bei einer bestimmten Unterbrechung der Klinostatenrotation die Filmexposition erfolgt. Es sind mir nur zwei Apparaturen bekannt, die diesen Zweck mehr oder weniger einwandfrei erreichen lassen; die eine ist von LUNDEGÅRDH[1]) beschrieben worden, während die andere von DE BOUTER herrührt,

1) LUNDEGÅRDH, H. (1917): Die Ursachen der Plagiotropie und die Reizbewegungen der Nebenwurzeln. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Avd. 2, Bd. 13, Nr. 6, S. 12. Ders. (1922): Ein Beitrag zur quantitativen Analyse des Phototropismus. Arkiv f. Bot. 18, Nr. 3, S. 5.

und im Utrechter Botanischen Institut bei der Registrierung phototropischer Krümmungen allgemein verwendet wird[1]).

Die LUNDEGÅRDHsche Methode gebraucht zum Klinostatien den PFEFFERschen Klinostaten, der mit einer elektromagnetischen Intermittierungsvorrichtung ausgestattet ist. Ihre Auslösung besorgt eine Kontaktuhr, die gleichzeitig den Kinoapparat in Gang setzt und die für die Aufnahme notwendige Beleuchtung aus- und einschaltet. Der Registriervorgang erfolgt in der Reihenfolge, daß nach der Arretierung des Klinostaten zunächst durch Einschalten der Beleuchtung die Photographie erfolgt, worauf die Beleuchtung wieder ausgeschaltet wird. Hierauf findet automatisch der Bildwechsel statt, worauf mit der Fortsetzung der Klinostatenrotation eine Periode ihr Ende erreicht hat.

Ganz ähnlich arbeitet die Apparatur nach DE BOUTER. Sie besteht in sehr einfacher Weise eigentlich nur aus einem Motorklinostaten mit elektrischer Intermittierungsvorrichtung, einer Kontaktuhr, die die Intermission bewirkt, und einer gewöhnlichen Kinokamera[2]). Die Wirkungsweise ist derartig, daß Kino-Antriebsachse und Arbeitsachse mit daran befestigtem Objekt fest miteinander gekoppelt sind, so daß sich bei der Rotation der Versuchspflanze auch die Filmkamera dreht. Hierbei wird in der Kamera der Bildtransport besorgt, während die Exposition des Filmes in den Haltepausen stattfindet. Die dazu notwendige Beleuchtung — es wird nur mit rotem Licht auf panchromatischem Film aufgenommen (vgl. BUDER[3])) — brennt ständig, so daß dafür keine besonderen Schalteinrichtungen notwendig sind.

Diese beiden Methoden, so einfach und zweckmäßig sie auch sein mögen, können indessen nur in ganz bestimmten Fällen zur Anwendung gelangen, solange man nämlich zur Filmbelichtung nur schwache künstliche Lichtquellen notwendig hat. Sowie man aber die Aufnahmen bei sehr hellem Lichte, z. B. Tageslicht machen will, versagen sie, da bei ihnen zwischen Klinostatenrotation und Intermittierungsdauer einerseits und Dauer der Filmexposition andererseits keine genügend breite Variationsmöglichkeit besteht. Die LUNDEGÅRDHsche Apparatur ist z. B. schon dann nicht mehr anwendbar, wenn während der ganzen Registrierung

---

1) Die durch F. A. F. C. WENT gegebene Beschreibung erscheint im Januar-Heft (1929) der Proceedings der Kon. Akad. v. Wet., Amsterdam.

2) Eine für botanische Zwecke hervorragend geeignete Konstruktion ist der von ZEISS-IKON A. G., Dresden, hergestellte „Universal-Kinamo“, der große Handlichkeit mit sehr vielseitiger Verwendungsmöglichkeit zweckmäßig verbindet.

3) BUDER, J. (1926): Ber. d. D. Bot. Ges. 44, (47).

und Klinostatenrotation ständig beleuchtet wird, weil dann der dauernd dem Lichte ausgesetzte Registrierfilm natürlich total überbelichtet würde. Die DE BOUTERsche Methode wiederum würde bei Beleuchtung mit sehr hellem Lichte extrem kurze Intermittierungszeiten erfordern; da nun aber sowieso die Klinostatenrotation bei dieser Apparatur sehr rasch erfolgt (eine Umdrehung der Klinostaten- und Kinoachse erfordert nur wenige Sekunden), so würde von einem „Raffen der Zeit" wenig zu spüren sein, und es würde ein längere Zeit andauernder Bewegungsvorgang zu seiner Aufnahme eine Unmenge Film benötigen.

Diese Nachteile veranlaßten mich, als ich selbst vor die Notwendigkeit gestellt wurde, kinematographische Aufnahmen während der intermittierenden Drehung der Versuchspflanzen am Klinostaten auszuführen, mir für diesen Zweck eine geeignetere Vorrichtung bauen zu lassen, bei der vor allem eine weitgehende Unabhängigkeit zwischen Klinostatenrotation, Intermittierungsdauer und Belichtungszeit der Filmbilder gewährleistet ist. Die dazu von mir entworfenen Konstruktionen führten schließlich zu einem regelrechten intermittierenden Klinostaten, der zwar die Getriebe, die zum Antrieb des Kinoaufnahmeapparates dienen, gewissermaßen nur als Anhängsel an sich hat, aber trotzdem die weitgehendsten Ansprüche, die man überhaupt an einen derartigen Apparat stellen kann, befriedigt. Im folgenden soll an Hand einiger Photographien und Skizzen eine kurze Beschreibung des Klinostaten gegeben werden, die vielleicht manchem Leser nicht unwillkommen sein dürfte.

Der Aufbau des Apparates gliedert sich, wie die Abb. 1, Taf. I, zeigt, im wesentlichen in zwei voneinander getrennte Teile, 1. den Motorteil mit Schaltungsgetriebe und elektrischer Einrichtung, 2. das rein mechanische Vorgelege. Beide Teile befinden sich auf völlig getrennten Grundplatten, damit sie auf verschiedenen Unterlagen aufgestellt werden können; es hat diese Maßnahme den Zweck, die nie ganz zu vermeidenden Erschütterungen, die durch die schnelle Rotation des Motors hervorgerufen werden, von den Versuchspflanzen fernzuhalten. Außerdem wird dadurch auch der Transport des Klinostaten bedeutend erleichtert, zumal die Grundplatte des Motorteiles aus Aluminium gegossen worden ist. Infolgedessen kann eine einzelne Person ganz bequem jeden der beiden Teile des Apparates herumtragen.

## Der Motor.

Wir betrachten an Hand der Abb. 2, Taf. I, zunächst den Motorteil. An ihm fällt hauptsächlich der Motor auf, der die

mechanische Bewegungsenergie des ganzen Apparates zu liefern hat. Bei einem Klinostaten werden an ihn vor allem zwei Anforderungen gestellt, einmal soll er möglichst erschütterungsfrei laufen, dann aber soll seine Tourenzahl auch bei wechselnder Belastung und Stromspannung sehr konstant sein. Die erste Bedingung erreicht man durch Motoren mit besonders gut ausgewuchtetem Anker, die womöglich noch auf Gummiunterlage montiert werden, wie es auch hier geschehen ist, während die zweite Bedingung viel schwerer zu erfüllen ist. Um ihr möglichst nahe zu kommen, habe ich den Motor reichlich stark bemessen — er leistet $^1/_5$ PS., was einer Wattaufnahme von etwa 150 Watt entspricht, so daß er normalerweise infolge der hohen Übersetzungszahl des Getriebes nur einen geringen Teil seiner Kraft abgeben muß und infolgedessen eine große Kraftreserve besitzt. Hierdurch wird erreicht, daß die Tourenzahl auch bei stark wechselnder Belastung vollkommen konstant bleibt.

Gegen den großen Einfluß von Spannungsschwankungen auf die Drehzahl schützt man sich bei Vorhandensein von Gleichstrom am besten dadurch, daß man in den Stromkreis des dann anzuwendenden Nebenschlußmotors einen Eisendrahtwiderstand[1]) zwischenschaltet, der die Spannungsschwankungen im Netze bei einigermaßen konstanter Belastung des Motors sehr weitgehend kompensiert. Will man noch größere Konstanz der Motordrehzahl erzielen, wie sie freilich nur selten notwendig sein dürfte, so ist ein direkt mit der Motorachse verkuppelbarer Tourenregler (Abb. 2, Taf. I, rechts oben) erforderlich, der durch automatische Veränderung der Stromstärke in den Feldmagneten die Drehzahl auf gleicher Höhe hält. Sehr geeignet ist hierfür der Zentrifugalregulator nach GIEBE[2]), der eine einmal gegebene Drehzahl bis auf wenige Promille dadurch sehr genau konstant hält, daß er einen kleinen Widerstand (vgl. Abb. 2, Taf. I, wo der Widerstand ganz rechts sichtbar ist) abwechselnd in den Stromkreis der Feld-

1) Zu beziehen von der Osramgesellschaft m. b. H., Berlin, die für unsere Zwecke sehr geeignete Typen herstellt, bei denen sich der eigentliche Eisendrahtwiderstand in einem mit Wasserstoff gefüllten Glaskolben befindet.

2) GIEBE, E. (1909): Ein empfindlicher Tourenregler für Elektromotoren. Ztschr. f. Instrumententenk. **29**, 205.

Die ursprünglich von GIEBE angegebene Konstruktion mußte für meine Zwecke wegen der höheren Tourenzahl des Motors (1500 Umdr./Min.) in verschiedenen Punkten etwas verändert werden. Die sonst im Handel befindlichen Tourenregler (z. B. von TH. HORN, Leipzig) arbeiten für pflanzenphysiologische Zwecke nicht genau genug, sofern hochtourige Motoren verwendet werden.

magnete des Motors ein- oder ausschaltet. Allerdings vermag er wegen seiner sehr hohen Empfindlichkeit größere Spannungsschwankungen nicht zu kompensieren, so daß sich die Zwischenschaltung des Eisendrahtwiderstandes in den Gesamtstromkreis des Motors immer empfiehlt.

Steht dem Experimentator Wechselstrom zur Verfügung, mithin also auch Drehstrom, so ist die Innehaltung einer konstanten Motordrehzahl viel einfacher, da z. B. der dann am besten anzuwendende Drehstrom-Kurzschluß-Ankermotor die vorteilhafte Eigenschaft hat, daß seine Drehzahl nur von der Periodenzahl des gelieferten Stromes abhängig ist, solange sein Schlupf (das Nacheilen der Drehzahl des Läufers bzw. Ankers gegenüber der unveränderlichen Drehzahl des Motorfeldes) gering bleibt. Es erübrigt sich daher die Anwendung eines Tourenreglers oder besonderen Eisendrahtwiderstandes, weil die von Belastungsschwankungen im Netze unabhängige Periodenzahl innerhalb von ½—1 % sehr konstant ist, was für botanische Zwecke völlig ausreichend ist. Selbst sehr beträchtlichen Spannungsschwankungen gegenüber ist der Drehstrommotor völlig unempfindlich[1]).

Im übrigen ist es notwendig, daß die Motoren mit einer recht guten Ventilation ausgerüstet sind, um schädliche Erwärmung während des Betriebes auszuschalten, da auch diese die Tourenzahl ziemlich beeinflußt.

Bei meinem Klinostaten kann nach Belieben ein Drehstrommotor mit Kurzschlußanker oder ein Gleichstrom-Nebenschlußmotor in Verbindung mit Tourenregler und Eisendrahtwiderstand verwendet werden; beide, von der Firma Dr. MAX LEVY, Berlin N 65, Müllerstr. 30, gelieferte Motoren sind gegeneinander leicht auswechselbar, haben ausgewuchtete Anker, gute Ventilation und die gleiche Drehzahl von etwa 1500 Umdr./Min. bei 220 Volt Spannung. Der Drehstrommotor kann auch mit 380 Volt Spannung betrieben werden, was dann in Frage kommt, wenn das Netz Sternschaltung der Transformatoren aufweist (220 Volt Lichtstrom, 380 Volt Kraftstrom). Im letzten Fall sind nur geringfügige Änderungen an der elektrischen Einrichtung des Klinostaten notwendig.

### Der mechanische Teil des Motorteiles.

Der Motor überträgt die mechanische Leistung mittels Schnecke und Schneckenrades zunächst auf eine längere Achse, die parallel

1) Vgl. dazu: FITTING, H. (1927): Über einen Motorgenerator zur Erzeugung von konstantem elektrischen Strom. Ber. d. D. Bot. Ges. 45, 467. THOMÄLEN, A. (1922): Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik, Berlin, S. 291ff.

zur Schmalseite des Klinostaten angeordnet ist; das Übersetzungsverhältnis ist 1 : 25, so daß diese Achse (Abb. 2, Taf. I, links) in 1 Sek. eine Umdrehung ausführt. Auf der dem Motor zugewandten Seite ist das Ende der Achse abgedreht, so daß sich bereits dort Kupplungen und Verbindungsstücke ansetzen lassen. Auf der dem Getriebe zugewandten Seite folgt zunächst wieder eine Schneckenübertragung im Verhältnis 1 : 60, die eine parallel zur Motorachse angeordnete, etwas dünnere Achse mit der Geschwindigkeit von 1 Umdr./1 Min. rotieren läßt. Am Ende dieser zweiten Achse befindet sich nun noch einmal ein Schneckengetriebe mit der Übersetzung 1:60, das einer ziemlich kurzen, in der Mitte der Grundplatte stehenden Welle die Geschwindigkeit von 1 Umdr./1 Std. erteilt (Abb. 2, Taf. I, Mitte). An diese Achse kann in verschiedenem Übersetzungsverhältnis die Steuerscheibe angelegt werden, die die Steuerung des eigentlichen Getriebes vornimmt. Ich werde nachher noch auf sie zu sprechen kommen.

Das Getriebe, das wir jetzt betrachten wollen, ist direkt an die zuerst erwähnte, längs der Schmalseite des Klinostaten angebrachte Achse angeschlossen und hat die Aufgabe, die intermittierende Drehung, den Vor- und Rückwärtslauf der Arbeitsachse, sowie die Einschaltung des Kinoantriebes vorzunehmen. Die Lösung dieser verschiedenen Aufgaben ist auf eine relativ einfache Art geschehen, wie die Abb. 2, Taf. I, zeigt. Parallel zur eben erwähnten Welle sind zwei weitere Achsen montiert, von denen die eine, in der Mitte der drei Wellen befindliche, als eigentliche Arbeitsachse fungiert — sie ragt etwas über den Rand der Grundplatte hinaus (Abb. 2, Taf. I, links unten) —, während die rechts befindliche Welle lediglich den Zweck hat, den Rückwärtsgang der Arbeitsachse zu bewerkstelligen. Alle drei Achsen sind zunächst durch drei kleine Stirnzahnräder im Verhältnis 1 : 1 : 1 miteinander verbunden, von denen aber nur das mittlere fest mit der Arbeitsachse verschraubt ist, während die beiden äußeren durch je eine, frei auf den zugehörigen Achsen drehbare Nabe mit zwei Kronenrädern verbunden sind, die die Umschaltung bewerkstelligen. Gegenüber diesen zwei Kronenrädern laufen nämlich verschiebbar, aber doch mittels Langloch und Stift starr mit den beiden äußeren Achsen fest verbunden, zwei weitere Kronenräder, die je nach ihrer Stellung entweder in die zuerst genannten Kronenräder eingreifen oder diese freigeben (vgl. Abb. 2, Taf. I, links, wo gerade der Eingriff des rechten Kronenradpaares photographisch erfaßt worden ist). Nun wird aber den beiden äußeren Achsen durch zwei, fest an ihnen angebrachte, mehr nach dem Motor zu gelegene Stirn-

räder im Verhältnis 1 : 1 die entgegengesetzte Drehrichtung erteilt, so daß die eine Welle links herum, die andere aber rechts herum rotiert. Infolgedessen läuft auch die Arbeitsachse entweder in dem einen oder dem anderen Drehsinne, je nachdem das linke oder das rechte Kronenradpaar miteinander gekuppelt ist. Sind beide Kronenradpaare aber ungekuppelt, so steht die Arbeitsachse still. Die automatische Kupplung der Kronenräder wird durch ein System von 4 Solenoiden bewirkt, die sich unten unter der Grundplatte montiert befinden. Im einzelnen ist die ganze Kupplung folgendermaßen konstruiert:

Die zwei, auf ihren Achsen verschiebbar, aber doch zwangsläufig mit ihnen verbundenen Kronenräder besitzen auf ihren Naben eine ringförmige Nute, in die ein gabelförmiger Hebel mittels 4 Stahlstiften eingreift (vgl. Abb. 2, Taf. I, links). Dieser Hebel ist in seinem Mittelpunkt (von oben gesehen) mit einem senkrecht drehbaren Stabe verbunden, der unten fest in der Grundplatte gelagert ist, gleichzeitig trägt er an seinem unteren Ende zwei Horizontalhebel, die der Unterseite der Grundplatte dicht aufliegen. Wird der eine Horizontalhebel gedreht, so dreht sich auch der senkrechte Stab mit dem oben befestigten Gabelhebel, und zwar ist die Anordnung des Ganzen so getroffen, daß in der einen Hebelstellung das eine Kronenrad, in der anderen Hebelstellung aber das andere Kronenrad in sein Gegenüber eingreift, während bei einer gewissen Mittelstellung des Hebels beide Kronenräder frei laufen. Hierdurch wird vermieden, daß etwa gleichzeitig beide Kronenräder eingreifen würden, was infolge der großen Kraft des Motors eine sofortige Zerstörung des ganzen Getriebes zur Folge hätte.

Der eben zuerst erwähnte Hebel ist nun an seinem erhobenen Ende mittels Gabelöse und Stiftes mit der Mitte des Ankers zweier Solenoide verbunden, so daß eine Bewegung des letzteren auch die Stellung des Hebels verändert. Die Länge dieses Hebels ist so bemessen, daß sich bei Drehung der Enden des Gabelhebels um 5 mm der Solenoidanker um 15 mm verschiebt[1]). Dieser ist aus Weicheisen angefertigt und kann abwechselnd von dem einen oder dem anderen Solenoid in dessen mittlere Höhlung hineingezogen werden. Je nachdem er nach der einen oder anderen Seite ver-

1) In der Abb. 2, Taf. I, ist die Hebelübertragung, wie sie oben beschrieben wird, noch nicht vorhanden, sondern es befindet sich an deren Stelle auf der Oberseite der Grundplatte eine Zahnradübersetzung zum Solenoidanker. Die einfachere und zweckmäßigere Hebelübertragung wurde erst nach Anfertigung der Photographie an Stelle der Zahnräder eingebaut.

schoben wird, wird durch die Vermittelung des langen Hebels und des mit ihm verbundenen Gabelhebels entweder das eine oder das andere Kronenradpaar zum Eingriff miteinander gebracht, und je nachdem läuft die Arbeitsachse entweder vorwärts oder rückwärts. Hat der Solenoidanker aber die Mittelstellung inne, so greift keines der Kronenräder ein, und die Arbeitsachse steht still. Damit aber diese Mittelstellung auch sicher erreicht wird, ist noch eine besondere Sperrnocke angebracht, die in den zweiten, der unteren Seite der Grundplatte anliegenden, vorher schon erwähnten Hebel eingreift (Textabb. 1). Dieser Hebel, der gleichfalls wie der erste von oben

Abb. 1. **Schaltvorrichtung für die Haltestellung.**
**(Aufsicht oben und Querschnitt durch die Mitte unten.)**

aus nicht sichtbar ist, dreht sich genau so wie der andere Hebel, wenn die ersten beiden Solenoide betätigt werden. Er hat einen kleinen dreieckförmigen Ausschnitt, in dem sich die eben genannte Sperrnocke, die in diesem Falle als Rolle ausgebildet ist, bewegen kann. Befindet sich die Rolle in der einen Ecke des Hebel-Ausschnittes, so ist Mittelstellung vorhanden und der Hebel arretiert (in Textabb. 1 dargestellt, wobei die Nocke schraffiert ist), läuft sie aber auf der Transversale bzw. Mediane zu der der Ecke gegenüberliegenden Seite des Ausschnittes, so ist der andere Hebel frei, und es kann Vorwärts- oder Rückwärtsgang von den zu diesem gehörigen Solenoiden eingeschaltet werden. Im einzelnen wird die Bewegung der Sperrolle durch die anderen beiden, auf der unteren Grundplatte angebrachten Solenoide betätigt, indem diese einen gemeinschaftlichen Anker, an dem die Rolle befestigt ist, entweder

nach der einen oder der anderen Seite anziehen, ähnlich wie sich der Mechanismus bei den beiden Solenoiden für Vor- und Rückwärtsgang auswirkt. Die Art der Steuerung dieser 2 Solenoidpaare soll nachher noch kurz behandelt werden.

Wir verfolgen die Einrichtung des mechanischen Teiles weiter, der aber im übrigen gegenüber anderen Klinostatenkonstruktionen keine besonderen Eigenschaften mehr aufweist. Die eigentliche Arbeitsachse, die zur Aufnahme von Verbindungsstücken und Kupplungen auf der freien Seite abgedreht ist und etwas über den Rand der Grundplatte hervorschaut, dreht sich mit einer Geschwindigkeit von 1 Umdr./Sek. Sie betätigt mittels Schneckengetriebes im Verhältnis 1 : 60 eine zweite, rechtwinklig zu ihr stehende Arbeitsachse, die eine Umdrehung in 1 Minute macht (Abb. 2, Taf. I, links unten). An diese beiden Arbeitsachsen wird bei Gebrauch entweder direkt der Pflanzenhalter angeschlossen, oder man legt, wenn man langsamere Drehzahlen wünscht, noch das Vorgelege davor, das eine verschiedenartige Reduktion der Geschwindigkeit durch ein besonderes Zahnradsystem gestattet. Die Verbindung zwischen Arbeitsachse und Vorgelege bzw. Pflanzenhalter erfolgt mittels einer elastischen Gummikupplung. Diese Kupplungsart arbeitet sehr sicher, zuverlässig und ziemlich erschütterungsfrei, was die gewöhnliche Kardankupplung, wie sie der PFEFFERsche Klinostat aufweist, nicht tut.

## Das Vorgelege.

Das Vorgelege selbst zeigt keine mechanischen Besonderheiten, seine Wirkungsweise ist aus der photogr. Abb. 3, Taf. II, leicht verständlich. Eigentliche Arbeitsachse von ihm ist die große Mittelwelle, die eine lange Nute eingefräst hat, in die eine, an einer langen Nabe befindliche Nocke starr, aber doch verschiebbar eingreift. Auf dieser Nabe befinden sich 6 Stirnräder fest angebracht, die je nach der Nabenstellung in 6 andere Stirnräder wechselweise eingreifen, die ihrerseits auf zwei verschiedenen Wellen montiert sind. Diese zuletzt genannten beiden Achsen sind mechanisch mit einer quer zu ihnen angeordneten Welle verbunden, die ihren Antrieb direkt von einer der beiden Arbeitsachsen des Motorteiles erhält. Dreht sich diese Querachse einmal herum, so dreht sich die eine der beiden Zwischenwellen mittels Schneckengetriebes 1/60mal, während die andere Zwischenwelle durch Kegelradübertragung ½ Umdrehung ausführt. Die Übersetzungszahlen der auf den beiden Zwischenwellen angebrachten Stirnräder und der Mittelachse mit den 6 verschiebbaren Zahnrädern sind folgende:

| Zwischenwelle mit Schneckenrad-antrieb zu Mittelachse (Abb. 3, Taf. II, rechts) | Zwischenwelle mit Kegelradantrieb zu Mittelachse (Abb. 3, Taf. II, links) |
|---|---|
| 1 : 5 | 2 : 1 |
| 1 : 1 | 2 : 3 |
| 3 : 1 | 1 : 5 |

Abb. 2. Schaltungsschema.

Erde = mit der Grundplatte verbunden und nach Möglichkeit zu erden.
S 1 = Solenoid mit 150 Ohm Widerstand.
S 2 = „ „ 150 „ „
S 3 = „ „ 125 „ „
S 4 = „ „ 350 „ „
R1, R2, R3 = Relaisspulen von Quecksilberrelais mit 2000 Ohm Widerstand bei Wechselstrom 220 Volt und 30000 Ohm Widerstand bei Gleichstrom 220 Volt.
Kontrolle = Klemmen zum Synchronisationskontakt des Vorgeleges.
Hg—K = Quecksilberkontakt.
D—A = Doppelschalter für den Motor.
Tr = Tourenregler (nur bei Verwendung eines Gleichstrommotors).
W = Widerstand von 190 Ohm, der durch den Tourenregler bedient wird.
A = Ankerklemme des Gleichstrommotors.
FM = Feldmagnet-Klemme des Gleichstrommotors.
AW = Anlasserwiderst.-Klemme des Gleichstrommotors.

(zu A, FM, AW:) Bei Gleichstrom wird an Klemme 2, 3 und 4 der Anlasser angeschlossen, das Netz an Klemme 1 und 2. Bei Drehstrom erfolgt der Anschluß des Netzes an Klemme 1, 3 und 4, wobei 3 oder 4 mit 2 verbunden wird.

Unter Berücksichtigung der primären Übersetzungsverhältnisse von 1 : 60 und 1 : 2 der Antriebsachse des Vorgeleges auf die beiden Zwischenwellen erhält man demnach als Gesamtübersetzungsverhältnis „Antriebsachse : Arbeitsachse" folgende sechs mögliche Kombinationen: Bei einer Umdrehung der Antriebsachse macht die Arbeitsachse 1, 1/3, 1/10, 1/20, 1/60, 1/300 Umdrehung. Da man nun die Antriebsachse entweder mit der „1 Umdr./Sek.-Achse" oder der „1 Umdr./Min.-Achse" des Motorteiles kuppeln kann, stehen insgesamt 11 verschiedene Drehgeschwindigkeiten der Arbeitsachse des Vorgeleges zur Verfügung, die folgende Werte haben: 1 Umdrehung der Arbeitsachse des Vorgeleges erfolgt in etwa[1]) 1 Sek., 3 Sek., 10 Sek., 20 Sek., 1 Min., 3 Min., 5 Min., 10 Min., 20 Min., 1 Std., 5 Std.

Diese 11 verschiedenen Geschwindigkeiten, die einen sehr weiten Spielraum umfassen, dürften in der Regel vollauf genügen, so daß es nicht notwendig ist, weitere Variationen in der Drehzahl dadurch zu erzielen, daß man in den Stromkreis des Antriebsmotors Widerstände einschaltet. Zudem würde diese Methode bei dem Drehstrom-Kurzschluß-Ankermotor keinen Erfolg haben, da dieser in seiner Drehzahl praktisch unregulierbar ist[2]), während man bei dem Gleichstrommotor wiederum Veränderungen am Tourenregler vornehmen bzw. einen anderen Eisendrahtwiderstand verwenden müßte, denn diese können immer nur eine bestimmte, vorher festgelegte Drehgeschwindigkeit konstant halten. Ich habe es daher vorgezogen, bei meiner Konstruktion mit einer unveränderlichen, dafür aber äußerst gleichmäßig wirkenden Antriebskraft zu rechnen und die verschiedenen, erforderlichen Drehzahlen in Auswahl auf rein mechanischem Wege zu erzielen.

Zur bequemeren Einschaltung der einzelnen Geschwindigkeiten mittels des Vorgeleges ist die auf der Arbeitsachse sitzende große Nabe mit den Übersetzungsrädern mittels Gabelhebels mit einer Spindel (Abb. 3, Taf. II, oben links) verbunden, durch deren Drehung sich leicht die gewünschte Übersetzung einschalten läßt. Ferner besitzt das Vorgelege auch eine senkrechte Arbeitsachse, die durch ein Kegelradpaar im Verhältnis 1 : 1 mit der wagerechten Arbeitsachse in Verbindung steht; außerdem ist an diese noch ein

1) Die Zahlen stimmen nur annähernd, sind aber konstant, weil die Tourenzahl des Motors nicht haargenau 1500 Umdr./Min. beträgt, sondern kleine Abweichungen nach oben oder unten aufweist.

2) Es lassen sich nur die Drehstrommotoren mit Schleifringen auf der Achse in ihrer Drehzahl regulieren, aber diese Typen sind viel schwerer und voluminöser als die eigentlichen kleinen Kurzschlußankermodelle ausgeführt.

einfacher, bei Links- oder Rechtsgang immer fortlaufender Umdrehungszähler angeschlossen, der öfters recht zweckmäßig zu gebrauchen ist.

## Der Antrieb der kinematographischen Registriervorrichtung.

Wir kehren nunmehr wieder zur Besprechung des Motorteiles zurück, auf dem sich auch die bisher noch nicht behandelte kinematographische Antriebsvorrichtung befindet. Geht man von den früher schon erwähnten drei kleinen Stirnzahnrädern aus, die sich auf den drei parallel montierten Achsen — die mittlere der drei Wellen ist die Arbeitsachse des Motorteils — befinden, so sieht man auf der Abb. 2, Taf. I, daß in das ganz rechts befindliche Zahnrad noch ein größeres Stirnrad im Verhältnis 1 : 3 eingreift, das das eigentliche Kinogetriebe in Gang setzt. Zu diesem Zwecke sitzen auf dem einen Ende der Achse, die in der Mitte das eben erwähnte größere Zahnrad trägt, eng nebeneinander noch drei weitere Stirnräder, an die nach Belieben ein weiteres Zahnrad angelegt werden kann, das sich auf einem leicht versetzbaren Fuß befindet (Abb. 2, Taf. I, links unten). Dieses an dem Fuße angebrachte Stirnrad hat zu der eigentlichen Kinoarbeitsachse noch eine Übertragung im Verhältnis 1 : 5, während sein Übersetzungsverhältnis zu den drei dicht hintereinanderliegenden Zahnrädern 1 : 1, 1 : 1,5 oder 1 : 3 beträgt. Da diese drei Zahnräder mit einer Drehgeschwindigkeit von 3 Sek./Umdrehung rotieren, ist es möglich, der eigentlichen Kinoantriebsachse nach Belieben eine Geschwindigkeit von 5 Sek., 10 Sek. und 15 Sek. zu geben. Diese Variationsmöglichkeit soll vor allem dazu dienen, in der Belichtungsdauer der einzelnen Bildstreifenaufnahme einen gewissen, oft erwünschten Spielraum zu bekommen, da sich zuweilen die Regelung der Beleuchtung bzw. der Objektivblende nicht ganz so durchführen läßt, daß man nur mit Anwendung dieser letzten beiden Hilfsmittel immer richtig belichtete Aufnahmen bekommt.

Wie in dem Abschnitt über den mechanischen Teil des Motorteiles gezeigt worden war, kann man mit dem Getriebe drei verschiedene Schaltungen der Arbeitsachse des Motorteiles erzielen: 1. Vorwärtslauf, 2. Rückwärtslauf und 3. Halt. Wenn man nun bei gleichzeitigem Klinostatieren des aufzunehmenden Objektes Kinoaufnahmen vornehmen will, ist das nur dann ausführbar, wenn das Objekt während einer bestimmten Zeitdauer stillsteht. Um nun den mechanischen Teil des Klinostaten nicht allzu kompliziert zu gestalten, habe ich für den Fall, wo gleichzeitig klinostatiert

und kinematographiert wird, auf den Rückwärtslauf verzichtet, so daß unter dieser Bedingung der Klinostat nur als einfacher intermittierender Klinostat fungieren kann. Dagegen wird die Rückwärtsschaltung dazu benutzt, den Kinoapparat zu betätigen. Damit sie aber in diesem Falle von der Arbeitsachse unabhängig gemacht wird, ist folgende einfache kleine Einrichtung getroffen worden: Von den drei Stirnrädern auf den nebeneinanderliegenden drei Achsen — die mittlere ist die Arbeitsachse — wird das mittlere Zahnrad etwas versetzt, was sich ganz bequem ausführen läßt, so daß es in ein zweites kleines, direkt neben dem Zahnrad auf der linken Welle angebrachtes Stirnrad eingreift, während nunmehr auf die rechte Hilfsachse keine Übertragung mehr stattfindet. (In Abb. 2, Taf. I, sind die zwei kleinen, gleich großen Zahnräder auf der linken Welle deutlich sichbar!) Nunmehr dient der frühere Rücklauf dazu, nur den Kinoantrieb in Gang zu setzen — es greift dann das rechte Kronenradpaar ein —, während bei einem Eingriff des linken Kronenradpaares der Antrieb stillsteht und nur die Arbeitsachse vorwärts angetrieben wird. Dagegen bleibt die Haltstellung nach wie vor brauchbar; in diesem Falle bewegt sich weder die Arbeitsachse noch der Kinoantrieb.

### Die elektrische Schaltung.

Daß die 3 verschiedenen Schaltungen des Getriebes durch Solenoide bewerkstelligt werden, ist früher bereits gesagt worden; ich habe nunmehr zu zeigen, wie die Einrichtung dazu näher beschaffen ist. Von vornherein war es mein Bestreben, den Apparat so zu konstruieren, daß er ohne besondere Batterien und Kontaktuhren betrieben werden kann, daher müssen alle elektrischen Schaltvorgänge mittels des Stromes aus dem Leitungsnetz, der gleichzeitig den Motor antreibt, ausgeführt werden können. Da nun aber die Solenoide des Getriebes einen ziemlich starken Strom von etwa 0,8 Amp. Stärke benötigen, der sich durch kleine Federkontakte, wie sie an der nachher noch zu besprechenden Steuerscheibe angebracht sind, nicht gut schließen oder unterbrechen läßt, befindet sich auf dem Motorteil ein, in Abb. 1 und 2, Taf. I, gut sichtbarer kleiner Aufbau, der 3 Quecksilberrelais trägt, wie sie heutzutage für Fernschaltvorrichtung viel gebraucht werden. Diese 3 Relais besitzen je eine hochohmige Magnetspule, zu deren Erregung nur ein sehr schwacher Strom notwendig ist — dieser wird von der Steuerscheibe geöffnet und geschlossen — und je eine, Quecksilber enthaltende, wasserstoffhaltige Röhre mit eingeschmolzenen Kontakten, die den Strom zu den Solenoiden öffnet

oder schließt. Ein Relais besorgt den Vorwärtsgang, ein zweites den Rückwärtsgang und das dritte die Mittelstellung. Außerdem ist mit der das Getriebe steuernden senkrechten Achse durch einen horizontal der Oberseite der Grundplatte dicht aufliegenden weiteren Hebel, noch ein besonderer Quecksilberkontakt mechanisch verbunden, der jedesmal, wenn das Getriebe auf Rückwärtsgang oder Kinoantrieb eingestellt ist, einen Strom zu schließen gestattet. Dieser Kontakt dient bei kinematographischen Aufnahmen dazu, eine hierbei etwa notwendige Beleuchtung automatisch aus- und einzuschalten. Wie im einzelnen die Schaltung der einzelnen Solenoide und Kontakte vorgenommen worden ist, zeigt am besten die schematische Schaltungsskizze in Textabb. 2, zu der hier keine besondere Erklärung mehr notwendig ist.

## Die Steuerscheibe.

Die Steuerscheibe stellt den wichtigsten Teil des ganzen Motorteiles dar, sie ist gewissermaßen das Gehirn, das die Bewegungen des Körpers leitet. Hier werden durch ihre Kontakte allerdings nur die Quecksilberrelais in Wirksamkeit gesetzt, aber trotzdem ist ihr eine besondere Beachtung zu schenken. Bei verschiedenen anderen Klinostatenkonstruktionen wird sie durch die Kontaktuhr ersetzt, die aber den Nachteil hat, daß sie in regelmäßigen Zeitabständen wieder aufgezogen werden muß, während die Steuerscheibe gleich durch den Antriebsmotor des ganzen Klinostaten mit gedreht wird. Wie die Abb. 4, Taf. II, zeigt, besteht die Steuerscheibe im wesentlichen aus einer mit einem Hartgummiring versehenen Scheibe, die auf beiden Seiten mit einer 60-Minuten-Einteilung und mit kleinen Löchern zum Einschrauben kleiner Blechstreifenkontakte versehen ist. Auf dem Hartgummiring schleifen drei kleine Federkontakte, so daß bei Drehung der Scheibe abwechselnd die Blechstreifenkontakte mit den Schleiffedern zusammenkommen und dann Kontakt auslösen. Jede der 3 Schleiffedern bedient ein Relais, so daß, je nachdem der Blechstreifenkontakt entweder auf der einen oder der anderen Seite der Scheibe oder in der Mitte des Hartgummiringes angebracht wird, Vorwärts- oder Rückwärtsgang oder Haltestellung ausgelöst wird. Die Drehung der Scheibe wird durch eine Achse bewirkt, die mit der am Anfange des Abschnittes „Der mechanische Teil des Motorteiles“ beschriebenen, in der Mitte der Grundplatte montierten Welle durch Stirnzahnräder gekuppelt ist. Diese zuletzt genannte Welle macht in einer Stunde oder in 2 Minuten eine Umdrehung, je nachdem sie ihren Antrieb durch eine Schnecken-

radübersetzung 1:60 oder eine Schraubenradübertragung 1:2 erhält. Die Räder beider Kupplungen können leicht und schnell gegeneinander ausgetauscht werden, ebenso wie die verschiedenen Stirnzahnräder, die die Bewegungsübertragung von der Welle auf die Achse der Steuerscheibe vollziehen. Das Übersetzungsverhältnis dieser Zahnräder beträgt 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 und 1 : 6, bzw. umgekehrt 4 : 1, 3 : 1, 2 : 1 und 1 : 1. (Die Übersetzung 6 : 1 wird nicht benutzt, da dieses Verhältnis technisch nicht mehr völlig gleichmäßigen Gang der Steuerscheibe gewährleistet.) Infolgedessen kann man der Steuerscheibe im ganzen folgende Drehgeschwindigkeiten erteilen: Eine Umdrehung in 30, 40, 60, 80, 120 Sekunden; 3, 4, 6, 8, 12, 15, 20, 30, 40, 60, 90, 120, 180, 240 und 360 Minuten. Bei der schnellsten Drehzahl von 1 Umdr./30 Sek. entspricht 1 Minutenstrich der Gradeinteilung auf der Steuerscheibe ½ Sekunde, der auch noch eingravierte halbe Minutenstrich also nur ¼ Sekunde. Jeder Minutenstrich hat auf dem Kreisbogen von seinem Nachbarn einen Abstand von nahezu 7 mm, so daß die Peripherie der Steuerscheibe pro Sekunde etwa 13 mm zurücklegt. Hieraus ergibt sich, daß man die Steuerscheibe nach Wunsch auch als Metronom mit $^{1}/_{10}$ Sekunde Genauigkeit benutzen kann, wenn man ihre Kontakte mit einem Knack-Elektromagneten oder irgend einem automatischen Schnellschreiber verbindet, der einen Bewegungsvorgang innerhalb Bruchteile von Sekunden mit großer Exaktheit registrieren soll. Diese Gebrauchsmöglichkeit liegt indessen außerhalb des eigentlichen Verwendungszweckes der Steuerscheibe und soll uns hier nicht weiter interessieren[1]). Im normalen Fall, z. B. bei der Bewerkstelligung von Kinoaufnahmen tropistischer Bewegungen auf dem Klinostaten, wird man vielleicht mit einem Umlauf der Steuerscheibe in 4 oder 6 Minuten arbeiten. Auch dann noch kann man die Steuerung des ganzen Klinostaten leicht mit Sekundengenauigkeit vollziehen lassen, da z. B. bei einem Umlauf der Scheibe in 6 Minuten ein Minutenstrich (= 7 mm) in 6 Sekunden zurückgelegt wird, die Kontakte aber ohne große Mühe bis auf ½ mm genau angebracht werden können. Bei 1-Minutenrotation der Vorgelege-Arbeitsachse entsprechen nun 6 Winkelgrade genau einer Sekunde, man kann also einen Haltepunkt wenigstens auf 4—5 Winkelgrade genau festlegen. Arbeitet man mit der 3-Minuten-Drehung der Steuerscheibe, so läßt sich

1) Zum dauernd gleichmäßigen Zeichengeben kann ein kleiner Kontakt benutzt werden, der sich auf der unmittelbar vom Motor mittels Schneckenrades angetriebenen Achse (1 Umdr./Sek.) befindet.

natürlich die Genauigkeit verdoppeln, mit anderen Worten, im günstigen Falle, der sich aus dem Verhältnis zwischen den Geschwindigkeiten der Steuerscheiben- und der Arbeitsachsenrotation ergibt, lassen sich die Intermittierungspunkte ohne Schwierigkeit bis auf ein Winkelgrad Genauigkeit festlegen, was sicherlich auch hohen Ansprüchen genügen dürfte.

Die ganz langsamen Umdrehungsgeschwindigkeiten der Steuerscheibe, wie 2, 3, 4 und 6 Stunden, kommen für den praktischen Gebrauch nur dann in Frage, wenn man die Versuchspflanzen entweder nur sehr langsam rotieren läßt, oder wenn der Klinostat als Zeitraffer allein benutzt wird, und z. B. alle paar Stunden von einem Bewegungsvorgang eine Aufnahme gemacht werden soll.

Obwohl nun, wie oben dargelegt wurde, die Anzahl der Drehgeschwindigkeiten der Steuerscheibe recht groß ist, würde es, wenn sich die Steuerscheibe immer gleichmäßig herumdrehen würde, doch nur möglich sein, bei intermittierendem Gang des Klinostaten und Anwendung von Vor- und Rückwärtslauf solche Zeitperioden für die einzelnen Gänge und Haltepunkte zusammenzustellen, deren Summe einer der oben genannten Umdrehungszeiten gleich ist, was offensichtlich die Verwendungsmöglichkeit des Klinostaten einschränken würde. Wenn man z. B. unter Anwendung des Vorgeleges mit einer Umdrehungszeit der Arbeitsachse von 10 Min./Umdr. arbeitet, und eine Pflanze so intermittierend klinostatieren will, daß die Pflanze in Zenit- und Nadirstellung je 2 Minuten lang stehenbleibt, so entspricht das einer Umdrehungsperiode von 14 Minuten. 14 Minuten gehen aber nicht in 60 Minuten auf; infolgedessen würde nach einem Laufe von 60 Minuten, wenn sich die Steuerscheibe einmal gedreht hat, die Kontaktanordnung nicht mehr dem Zenit- und Nadirhalt der Versuchspflanze entsprechen, vielmehr würde der Klinostat in einer anderen Winkelstellung intermittieren. Um diesem großen Nachteil abzuhelfen, habe ich folgende Maßnahme getroffen: Die Steuerscheibe dreht sich nicht einfach fortlaufend herum, sondern läuft nach jeder Umdrehung wieder automatisch infolge Federkraft in die Anfangsstellung zurück. Ich erreiche das dadurch, daß die Steuerscheibe frei drehbar auf ihre Achse aufgesetzt ist und nur mittels eines Sperrades — dieses ist mit der Steuerscheibenachse starr verbunden — und einer türschloßähnlichen Mitnehmervorrichtung (vgl. Abb. 4, Taf. II) zur Drehung gebracht wird. Läuft nun so die Steuerscheibe herum, so stößt sie schließlich mit einer, verrückbar an ihr angebrachten Nocke an einen Haltehebel an, der die Nocke etwas verschiebt, so daß die Steuerscheibe wieder frei wird. Bei ihrer ersten Drehung

hat sie eine Uhrfeder langsam angespannt, diese treibt die durch den Nockenanschlag frei gewordene Scheibe wieder zurück, bis sie in ihre ursprüngliche Stellung zurückgelangt ist. Dort stößt sie wieder, dieses Mal aber umgekehrt, auf den Anschlag, und dadurch wird bewirkt, daß die Mitnehmervorrichtung wieder in Gang gesetzt wird und das Spiel von neuem anfängt. Diese Rücklaufvorrichtung läßt sich nach Belieben in und außer Betrieb setzen. Hat man sie nicht nötig, weil die Periode genau in einer der möglichen Umdrehungszeiten der Steuerscheibe aufgeht, so entfernt man einfach die Nocke und schraubt die Schraube los, an der die Feder befestigt ist, alsdann dreht sich die Steuerscheibe fortlaufend in der gleichen Richtung.

Infolge der Verschiebungsmöglichkeit der Nocke an der Steuerscheibe ist man nun in der Lage, jede beliebige Zeitperiode für eine Umdrehung der Arbeitsachse des Klinostaten einzustellen, ohne daß irgendeine Störung zu befürchten wäre. In dem oben genannten Beispiel z. B. stelle ich die Nocke so ein, daß die Steuerscheibe bereits nach 56 Minuten zurückläuft, wenn sie mit 1 Umdr./Std. rotiert, denn da jede einzelne Zeitperiode genau 14 Minuten währt, so sind $4 \times 14 = 56$, so daß nach vier Umläufen Steuerscheibe und Versuchsobjekt noch genau den gleichen Gang aufweisen. Würde ich bei obigem Beispiel diejenige Steuerscheibenübersetzung anwenden, die 15 Min./Umdr. entspricht, so stelle ich meine Nocke so ein, daß der Rücklauf der Scheibe schon nach 14 Minuten erfolgt.

Nun würde bei sehr langen Versuchszeiten nach und nach doch eine kleine Verschiebung der Intermittierungspunkte der Arbeitsachse gegenüber der Steuerscheibendrehung erfolgen, weil ja die Ein- und Umschaltung des Getriebes sowie der etwaige Rücklauf der Steuerscheibe nicht momentan, sondern mit einem, an und für sich zwar kleinen, auf die Dauer aber doch bemerkbaren Zeitverlust verbunden sind. Um diesen Zeitverlust zu eliminieren, ist an der Arbeitsachse des Vorgeleges noch ein kleiner Schleifkontakt angebracht (Abb. 3, Taf. II, vorn unten), der bei jeder Umdrehung dieser Welle einmal Kontakt gibt. Dieser Kontakt wird so mit der Steuerscheibe verbunden, daß er während des Umlaufes der Scheibe einmal das die Haltestellung vermittelnde Relais bedient, während gleichzeitig die Steuerscheibe selbst keinen Kontakt macht. (Bei Rücklauf der Steuerscheibe nimmt man dann zweckmäßig zum Synchronisieren die nächste Haltestellung, die direkt nach dem Rücklauf der Scheibe eintritt.) Durch diese Maßnahme wird nun die Synchronisierung des Laufes

von Versuchspflanze und Steuerscheibe wiederhergestellt, so daß auf die Dauer der Stand beider immer vollkommen korrespondierend ist. In unserem Beispiel würde z. B. die 5. Periode des Umlaufes der Versuchspflanze, die nach dem Rücklauf der Steuerscheibe fällt, nicht nach 70 Minuten, sondern jedesmal erst nach 70 Min. 15 Sek. beendigt sein. Ich verbinde daher den Synchronisierungskontakt am Vorgelege so mit der Steuerscheibe, daß er am Ende des ersten Umlaufes, der schon zu der 5. Periode gehört, das Halterelais bedient, während der dafür eigentlich dienende Kontakt auf der Steuerscheibe abgeschraubt wird. Jener Kontakt bringt nun die Versuchspflanze zum Halten, während die weitere Fortbewegung wieder durch die Steuerscheibenkontakte bewerkstelligt wird. Da nun der Lauf der Versuchspflanze dem der Steuerscheibe um 15 Sek. nachhinkt, so hat diese Maßnahme die einzige Folge, daß die Haltedauer nicht dieses eine Mal mehr 2 Minuten, sondern nur noch 1 Min. 45 Sek. beträgt, wofür aber nunmehr wieder Synchronismus vorhanden ist. Je nach der Geschwindigkeit des Laufes der Steuerscheibe findet die Synchronisierung entweder alle Stunden oder alle 30 Minuten usw. statt, und je nach der Zahl der Intermittierungen und Umschaltungen wird der Gangunterschied bald größer oder kleiner sein, aber es ist durch unsere Vorrichtung doch erreicht, daß auf längere Versuchszeiten hin immer die Winkel der Intermittierungs- und Umschaltepunkte der Vorgelegearbeitsachse konstant innegehalten werden.

Eine ähnliche Kontaktvorrichtung, wie an der Arbeitsachse, findet sich auch an der Kinoantriebswelle wieder, die gleichfalls dazu dient, daß diese Welle immer wieder in derselben Lage nach einer Umdrehung stehenbleibt. Auch diese Kontaktvorrichtung wird mit der Steuerscheibe verbunden, und zwar so, daß der das Halterelais bedienende Strom immer erst durch die Kontaktvorrichtung an der Kinowelle laufen muß, ehe er mittels eines der an der Steuerscheibe angebrachten Kontakte die Relaisspule erreicht. Wenn wir nun z. B. in dem früheren Beispiel während der Zenitstellung der Versuchspflanze von dieser immer eine Aufnahme machen wollen, die selber nur 5 Sekunden lang dauert, während der Intermittierungshalt 2 Minuten lang währt, so bringt man die Kontakte an der Steuerscheibe so an, daß zunächst durch Betätigung des Vorwärtsrelais eine halbe Umdrehung ausgeführt wird. Sodann wird durch einen Kontakt das Halterelais — Nadirstellung — erregt, worauf wieder das Vorwärtsrelais arbeitet. Während dieser ersten Phase bewegt sich die Kinoantriebswelle nicht, somit ist dort immer Kontaktschluß vorhanden. Nun bewegt sich die Pflanze

auf die Nadirstellung zu, die durch Kontaktschluß des Rückwärtsrelais fixiert wird. Gleichzeitig beginnt sich die Kinowelle zu drehen und unterbricht die Stromführung zum Halterelais. Dafür berührt aber auf der Steuerscheibe schon ein Kontakt gleich nach Ingangsetzen des Kinoapparates einen etwas breiteren Haltekontakt, durch den der Strom aber erst dann laufen kann, wenn die Antriebswelle zum Aufnahmeapparat eine Umdrehung ausgeführt hat und wieder in ihre Anfangsstellung zurückgekehrt ist und somit den Kontakt an ihrer Achse wieder geschlossen hat. Hierdurch tritt Haltestellung der Kinowelle ein — die Pflanze stand ja schon vorher, während der Aufnahme, still —, und das ganze Spiel wiederholt sich in dem Moment von neuem, wo wieder das Vorwärtsrelais den Umlauf der Pflanze einschaltet. So wird mit Sicherheit erreicht, daß bei jeder Einschaltung der Achse des Kinoapparates nur eine Aufnahme gemacht wird.

Wenn wir nun die Vorteile und Möglichkeiten, die die oben beschriebene Apparatur dem Benutzer bietet, noch einmal kurz zusammenfassen, so bestehen sie im wesentlichen in folgenden Punkten:

1. Der Klinostat ist bequem transportabel.

2. Der Klinostat hat bei geringem Stromverbrauch (er benötigt im Betrieb nur etwa 70—75 Watt, so viel wie eine 75kerzige elektrische Birne) auch bei stark wechselnder Belastung einen außerordentlich gleichmäßigen und bei passender Aufstellung auf getrennten Tischen erschütterungsfreien Gang und läßt eine größere Anzahl weit auseinanderliegender Drehgeschwindigkeiten zu.

3. Der Klinostat gestattet bei intermittierendem Betrieb und Vor- und Rückwärtslauf praktisch die zuverlässige und einwandfreie Durchführung jeder beliebigen Periode, die sogar mehrere Umdrehungen der Vorgelege-Arbeitsachse umfassen kann.

4. Die Genauigkeit der Einstellung ist bis auf Bruchteile von Sekunden und bis auf einen Winkelgrad genau ohne Schwierigkeit durchführbar.

5. Bei Beschränkung auf Vorwärtslauf und intermittierendes Halten kann er gleichzeitig nach Belieben eine kinematographische Aufnahmevorrichtung betreiben. Gleichzeitig schaltet er das eventuell für diese notwendige Licht automatisch ein und aus.

6. Soll bei Vor- und Rückwärtsgang gleichzeitig kinematographiert werden, so kann die Steuerscheibe als Ersatz für die Kontaktuhr den in diesem Falle besonders benötigten Motor mit Vorgelege zum Kinoantrieb mitbedienen und sichert dadurch

der ganzen Aufnahme- und Klinostatenapparatur synchronen Gang. Auch sonst kann man die Steuerscheibe in vielen Fällen zum *Zeichengeben* in bestimmten Abständen verwenden.

7. Der Klinostat kann auch *Zeitrafferaufnahmen* mit gleichzeitiger Beleuchtung ohne Klinostatieren betätigen; in diesem Falle kann die Dauer eines Bildwechsels und der Filmbelichtung zusammen minimal nur 1 Sekunde betragen.

8. Der Klinostat arbeitet *ohne Kontaktuhr und Batteriestrom*, seine Bedienung beschränkt sich auf das Ölen der beweglichen Teile und die bei einer Versuchsreihe *einmal* vorzunehmende Justierung und Anbringung der Steuerscheibenkontakte sowie die eventuelle Umwechslung der Zahnradübersetzung an der Steuerscheibe.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, denjenigen zu danken, die mir bei dem Bau des Apparates mit Rat und Tat behilflich waren. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft hat mir die notwendigen Geldmittel zur Verfügung gestellt, mein Freund, Ing. TH. STRATTNER, München, hat mich oftmals bei der Ausführung der Konstruktionen gut beraten, und die Firma F. & M. LAUTENSCHLÄGER in München, Lindwurmstraße, hat in sorgfältigster Weise alle Pläne praktisch verwirklicht und das Ganze sauber und geschickt hergestellt. Von ihr kann der Klinostat auch weiterhin bezogen werden.

*Utrecht*, Botanisches Laboratorium, Dezember 1928.

---

**Erklärung der Tafeln I und II.**

Abb. 1. Gesamtansicht der Klinostaten.
Abb. 2. Der Motorteil, von oben gesehen.
Abb. 3. Das Vorgelege, von oben gesehen.
Abb. 4. Die Steuerscheibe mit Mitnehmervorrichtung.

---

## 5. R. Kolkwitz: Das Thermoplanktometer.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 10. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Der genannte und hier abgebildete Apparat[1]) wurde in Gemeinschaft mit Herrn Dr. VILHELM JRGENS PETTERSSON aus Göteborg (Schweden) konstruiert und soll hier zunächst nur kurz beschrieben werden. Später werden wir in einer Spezialzeitschrift für Hydrographie und Biologie ausführlicher darauf zurückkommen.

Es handelt sich um einen sehr empfindlich arbeitenden Apparat, der zunächst für marine Untersuchungen physikalischer und biologischer Natur bestimmt ist. Er ermöglicht es, in ziemlich einfacher Weise die spezifischen Gewichte von Flüssigkeiten, z. B. vom Meerwasser, bis auf $^1/_{10000}$ und noch genauer zu ermitteln.

Diese Genauigkeit ist mit Rücksicht auf die relative Gleichheit des Meerwassers (besonders verglichen mit dem Süßwasser) erwünscht, um die direkte oder indirekte Anpassung des Planktons an die Beschaffenheit des Wassers genauer studieren zu können. Zudem hat sich bei den Versuchen gezeigt, daß der angewandte Schwebekörper gegen selbst kleinste Luftbläschen sehr empfindlich ist, wodurch die Aufmerksamkeit auf die Gefahr hingelenkt wird, welche den Planktonten durch anhaftende kleinere Luftbläschen drohen können. Einzelne Beispiele für solche Gefahren sind in der Literatur schon bekannt. Die durch Luftbläschen etwa entstehenden Schwierigkeiten ließen sich aber bei unseren Versuchen beseitigen.

Für den Hydrographen wollten wir ein handliches Instrument zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes der verschiedenen Schichten des Meereswassers schaffen, das neben Einfachheit große Genauigkeit anstrebt.

---

1) Der Name „Thermoplanktometer" bedeutet: „Wärmeschwebemesser"; bei seiner Bildung wurde darauf Wert gelegt:

1. daß sich der Name gut spricht,
2. daß er charakteristisch klingt,
3. daß er neben zwei physikalischen Komponenten auch eine biologische (die mittlere Komponente) enthält.

Vielleicht wird man diese erste Ausformung des Thermoplanktometers noch zu den Vorarbeiten rechnen müssen, denn wir wissen, daß die Methode noch weiteren Ausbaues fähig ist.

Thermoplanktometer.

Kupfernes Gesamtgefäß; im Querschnitt rund mit abgeflachtem Glasfenster (F)-Seiten, Schwebekörper (S) innerhalb der kupfernen Ausgleichsspirale (Sp) für Temperatur, R = Rührer, T = Thermometer (in $^1/_{50}$ Teile), $D^I$ = Hauptdeckel, $D^{II}$ = Spezialdeckel. $^2/_3$ natürlicher Größe. Original.

Der neue Apparat schließt z. T. an das Senk-Araeometer von FRIDTJOF NANSEN an. Dieses besteht, wie bekannt, aus einem in der Flüssigkeit vollständig eingetauchten, hohlen Glaskörper, der mit feinen Gewichten zu belasten ist, bis er sich bei einer gewissen Dichtigkeit und gegebener Temperatur „schwebend“ hält.

Hier wird sozusagen der Auftrieb des Schwimmkörpers gewogen und daraus die Dichtigkeit ermittelt. Gewisse Schwierigkeiten bei dieser Methode dürften darin bestehen, daß eine genau konstante Temperatur nur schwer zu erreichen ist und ferner, daß die Bildung von Wasserschichten verschiedener Temperatur innerhalb der Flüssigkeit des Gefäßes und daraus entstehende Strömungen eine genaue Feststellung des Momentes des Schwebens erschweren.

Bei dem Thermoplanktometer sind diese Schwierigkeiten beseitigt und das störende Moment, bei schwankender Temperatur der Lösungen merkliche Veränderungen ihres spezifischen Gewichtes zu erfahren, ist dazu ausgenützt, um indirekt, in einfacher Weise, die spezifischen Gewichte mit großer Genauigkeit möglichst schnell zu bestimmen. Ausschlaggebend bei dieser Methode — wie bei der NANSENschen — ist, einen in der Flüssigkeit vollständig eingetauchten, hohlen Körper zum Schweben zu bringen. Aber dies wird hier bewirkt durch Feststellung der genauen Temperatur, bei der das Schweben eintritt. Es hat sich bei den Versuchen mit Salzlösungen herausgestellt, daß eine unbedeutende Veränderung der Temperatur der Flüssigkeit des Schwimm- oder Schwebekörpers kräftiger einwirkt, als z. B. eine Verminderung oder Erhöhung des spezifischen Gewichtes bei unveränderter Temperatur.

Die thermoplanktometrische Methode setzt auch voraus, daß der betreffende Schwebekörper innerhalb gewisser Grenzen für Dichtigkeiten bestimmter Abstufung tariert ist, d. h. daß sich für jeden Dichtigkeitsgrad, wobei sich der Körper — ohne den Boden des Gefäßes noch die etwaige Oberfläche der Flüssigkeit zu berühren — schwebend verhält, die Temperatur empirisch oder rechnerisch durch Interpolation genau feststellen läßt.

Der Vorgang ist in jedem einzelnen Fall der, den Schwebekörper[1]) in die Flüssigkeit einzutauchen und nachher die Temperatur entweder zu erhöhen, wenn der Körper an der Oberfläche schwimmt, oder herabzusetzen, wenn er am Boden bleibt, bis zu dem Augenblick, wo er sich in Bewegung setzt und etwa die Mitte des Abstandes zwischen Boden und Oberfläche erreicht. Ebendann, als Mittelwert mehrerer Bestimmungen, wird die Temperatur der Flüssigkeit festgestellt und das spezifische Gewicht vermittels der Skala der Schwebetemperaturen ermittelt. Durch besondere Anordnung (siehe die Abbildung) ist es gelungen, die „Schwebetemperatur" bis auf $^1/_{100}{}^0$ C gut festzustellen. Weil ferner der „Temperaturabstand" für eine Veränderung der

1) Wir arbeiten z. Zt. mit 3 Schwebekörpern von knapp, netto und gut 20 g Gewicht.

Dichtigkeit von etwa 0,00075 nur ca. 3° C beträgt, so ersieht man leicht, daß mit einem Thermometer, wo jeder Grad in $^1/_{50}$ geteilt ist, eine Ablesung auf $^1/_{10000}$ des spezifischen Gewichtes durchaus möglich ist.

Die Abbildung zeigt die Konstruktion des den Schwebekörper aufnehmenden Kupfergefäßes von etwa 650 g Gewicht, der Ausgleichsspirale Sp, des Rührers R und des feinen Thermometers T mit langgestrecktem Quecksilberbehälter (Intervall 12—24° C).

Das Thermoplanktometer wird von der Firma für Glas-Präzisions-Instrumente RICHTER & WIESE in Berlin N 4, Chausseestraße 106, hergestellt und mit einer kurzen Beschreibung versehen.

Wir möchten zum Schluß nicht verfehlen, den genannten Herren für ihre wertvolle Hilfe während des Ganges der Konstruktion vielmals zu danken.

---

## 6. G. Huber-Pestalozzi und E. Naumann: Phormidium mucicola Naumann et Huber, ein Epibiont in der Gallerte pflanzlicher und tierischer Planktonorganismen.

(Mit 6 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 25. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Vorliegende gemeinsame Arbeit verdankt ihre Entstehung dem Umstande, daß E. NAUMANN den im folgenden zu beschreibenden Organismus schon vor einigen Jahren in einer Anzahl schwedischer Seen gefunden hat, während G. HUBER-PESTALOZZI denselben 1928 im Muzzanosee, in der Südschweiz, feststellen konnte. Eine sorgfältige Vergleichung des Materials dieser räumlich so weit auseinanderliegenden Fundorte ergab, daß es sich tatsächlich um den gleichen Organismus handelt, und da sich die meisten der unabhängig voneinander gemachten Beobachtungen nicht nur decken, sondern z. T. auch ergänzen, wurden dieselben aus praktischen Gründen hier vereinigt.

Es handelt sich um eine bisher noch nicht beschriebene Blaualge aus der Gruppe der Oscillarioideen, ohne Zweifel der Gattung *Phormidium* angehörend (Abb. 1, Fig. 1). Diagnose: Fäden kurz, gerade, bloß 10—20 $\mu$, ausnahmsweise (nach NAUMANN, in schwedischen Gewässern) bis 50 $\mu$ lang. Die Zellen sind 1,5—2 $\mu$

Abb. 1. Fig. 1. *Phormidium mucicola* in verschiedenen Stadien 1-, 2- bis 8zellig. Die Zellen sind z. T. rundlich, z. T. 4eckig, oft länglich, einige in Teilung. Fäden 1,3 - 2 μ dick, durchschnittlich 10—20,8 μ lang. — Fig. 2. Eine Kolonie von *Microcystis flos aquae*. Die *Phormidium*fäden haften noch an der Oberfläche der Gallerte. Alle Zellen der Kolonie sind gut entwickelt. Die Trichome sind meistenteils noch kurz. — Fig. 3. Kolonie von *Microcystis aeruginosa*, starke Vermehrung der *Phormidium*fäden in der peripheren Gallerte zeigend. Die Fäden sind durchschnittlich etwas länger; einige sind ins Innere der Kolonie eingedrungen. Am Rande der kompakten Zellhaufen sieht man hier und da zerfallende *Microcystis*zellen als einfache Ringe („Zellschatten"), Zsch. — Fig. 4 und 5. *Microcystis*kolonien, die weiteren Zellzerfall zeigen („Zellschatten"), Zsch. — Fig. 6. Eine *Microcystis*kolonie, deren Zellen bis auf 2 zu Grunde gegangen sind; daneben zahlreiche „Zellschatten". *Phormidium*fäden zahlreich. Hier und da sind leere Scheiden zu sehen (besonders am rechten Rande der Figur).

(seltener bloß 1,3 $\mu$) breit und meist gleich, weniger häufig doppelt so lang. Die Trichome sind an den Enden nicht verjüngt; die Endzellen abgerundet (selten leicht konisch), ohne Kalyptra. An den Querwänden sind die Zellen ± deutlich eingeschnürt. Ihr Inhalt ist schwach granuliert, blaßbläulich. Scheiden sehr dünn, mit Chlorzinkjod nicht blau gefärbt[1]). Wohnt auf oder in den Gallerthüllen von Planktonpflanzen und -tieren, also epiplanktisch.

Wir nennen deshalb diese Blaualge *Phormidium mucicola* Naumann et Huber.

Bis jetzt haben wir folgende 5 Wirtsorganismen festgestellt, auf oder in denen dieses *Phormidium* sich angesiedelt hatte:

1. *Microcystis aeruginosa*
   NAUMANN: Oppmannasjön in Skåne
   " Sövdesjön in Skåne;
   HUBER-PESTALOZZI: Muzzanosee (Kant. Tessin) (*Microcyst. aer.* und *Microcyst. flos aquae*).
2. *Gomphosphaeria Naegeliana*
   NAUMANN: Sommen in Östergötland.
3. *Chroococcus limneticus*
   HUBER-PESTALOZZI: Muzzanosee.
4. *Conochilus unicornis*
   NAUMANN: Lången bei Aneboda, Småland.
5. *Floscularia mutabilis*
   HUBER-PESTALOZZI: Muzzanosee.

Von den genannten Seen sind sowohl Sövdesjön, als auch der Muzzanosee stark eutroph; während Lången einem ausgeprägt kalkarmen, oligotrophen Typus angehört, in dessen Plankton Oscillarioideen nicht vorkommen. Es ist aber interessant, dieses *Phormidium* gerade in diesem oligotrophen Gewässer anzutreffen, und zwar in der Gallerte eines Rädertieres, wo offenbar organische Nährstoffe reichlich vorhanden sind, die also ihrerseits ein „eutrophes" Milieu im kleinen schaffen.

Es ist recht auffallend, daß bei der sehr großen Verbreitung von *Microcystis* dieses *Phormidium* noch nicht gemeldet worden ist. Darf man doch als sicher annehmen, daß andere Beobachter dasselbe hätten sehen müssen, wenn es vorhanden gewesen wäre. Man denkt hierbei gerade an O. AMBERG[2]), der doch die Proben

---

1) Über allfällige Beweglichkeit der Fäden können leider keine Angaben gemacht werden, da die diesem Artikel zu Grunde liegenden Studien an fixiertem Material gemacht wurden.

2) Forschungsber. aus d. Biol. Stat. zu Plön, Bd. X, 1903. (Biol. Notiz über d. Lago di Muzzano.)

aus dem Muzzanosee während mehr als einem Jahre durchgesehen hatte, aber von einem Befallensein der Microcystiskolonien nichts erwähnt. Offenbar ist *Phormidium mucicola* doch ziemlich selten und nur sehr sporadisch verbreitet. Auch das zeitliche Auftreten in einem und demselben Gewässer ist vielleicht sehr inkonstant. Möglicherweise verschwindet es nach einiger Zeit wieder, ähnlich anderen „Infektionen“.

Wie tritt nun unser *Phormidium* an die gallertführenden Organismen heran? Und welcher Art sind die gegenseitigen Beziehungen, mit anderen Worten: welcher Charakter kommt vom Standpunkt der Pathogenität dem *Phormidium* zu? Um dies gleich vorweg zu nehmen, möchten wir schon hier betonen, daß uns *Ph. muc.* nicht als harmloser Gast erscheint, sondern daß wir allen Grund zur Annahme haben, daß er jedenfalls gegen Blaualgen pathogene Wirkung hat oder haben kann. Im folgenden sprechen wir deshalb vom „Befallensein“, von „Infektion“ und „infizierten Kolonien“.

Betrachtet man eine große Zahl von Microcystiskolonien, dann ergibt sich eine recht lehrreiche Reihe von Bildern, die man in mehrere Gruppen aufteilen kann. Das Material des Muzzanosees möge hier als Beispiel dienen. Die große Mehrzahl der Kolonien ist daselbst von den Phormidien befallen. Sehr viele Kolonien zeigen (Abb 1, Fig. 2), wie die kurzen Fäden von *Phormidium* tangential an der Oberfläche haften. Sie sind noch nicht ins Innere eingedrungen. Dicke der Fäden 1,3 $\mu$, Länge 10—13 $\mu$. Alle Zellen der Kolonien von *Microcystis flos aquae* zeigen ein normales (gesundes) Aussehen. Der Gallertrand der Kolonien ist noch deutlich. Die Zahl der Trichome ist meist noch gering. Sie haften fest an der Gallerte, können also durch die passiven Bewegungen der Kolonien nicht abgestreift bzw. weggewaschen werden.

Bei andern Kolonien (Abb. 1, Fig. 3) sieht man starke Vermehrung der Fäden in der äußeren Gallertschicht, aber auch schon ins Innere zwischen die Zellen eingedrungene Trichome. Diese sind im allgemeinen etwas länger, bis maximal 20,8 $\mu$ (1,3 $\mu$ dick). Sehr viele Fäden zeigen nach je 4 Zellen eine größere (hyaline) Lücke. Das dürften Stellen sein, wo die Fäden zerfallen, so daß also jedes Fragment ein Hormogonium darstellt. Die Zellen der befallenen Kolonie sehen in ihrer großen Mehrzahl noch normal aus, an der Peripherie erscheinen jedoch schon hier und da *Microcystis*zellen, die Zerfallssymptome aufweisen; die Zellkontur wird undeutlich, und die Granulierung im Innern verschwindet, zerfällt und verblaßt. Die Zellen in diesem Zustande mögen kurz als „Zellschatten“

bezeichnet sein (Abb. 1, Fig. 3—6, Zsch.). Mit dieser Feststellung soll nicht gesagt sein, daß der beginnende Zellzerfall unbedingt nur durch das *Phormidium* herbeigeführt werde. Es soll bloß die Tatsache

Abb. 2. *Phormidium mucicola* in der Gallerte von *Floscularia mutabilis* (Muzzanosee). Man beachte die Verteilung der Trichome im hinteren Teil der Gallerte. Einige Trichome zeigen deutliche Lücken zwischen je 4 Zellen (Hormogonien).

dieser Coïncidenz festgestellt werden. Wir haben aber doch allen Grund zur Annahme, daß die Anwesenheit dieses *Phormidiums* nicht so ganz harmlos ist. Das geht aus folgenden weiteren Beobachtungen hervor:

In dem Materiale findet man recht häufig Kolonien (Abb. 1, Fig. 4, 5), die fast nur noch aus „Zellschatten" bestehen und nur noch

wenige normal ausschauende Zellen enthalten, die oft ganz isoliert, oft noch in kleinen Gruppen angeordnet sind. Daneben aber finden sich massenhaft Fäden in der Gallerte. Ja, man sieht unter Umständen „Kolonien" (Abb. 1, Fig. 6), die nur noch aus der Gallertmasse bestehen, die ihre ursprüngliche Gestalt bewahrt hat, deren Zellen aber sämtlich zu Grunde gegangen sind. Hierbei sind die *Phormidium*-fäden entweder zahlreich vorhanden, oder auch diese fangen an zu

Abb. 3. *Microcystis aeruginosa*, Übersichtsbild, mit zahlreichen *Phormidium*fäden. Vergrößerung: 100fach.

verschwinden, so daß man nur noch leere Scheiden, gewissermaßen die Negative der Fäden, wahrnehmen kann. Was mit den Trichomen selbst geschehen ist, entzieht sich bei dem konservierten Material leider unserem Wissen. Nach Art der Phormidien könnten die Trichome sehr wohl aus den Scheiden ausgewandert sein.

Auf jeden Fall kann also folgendes festgestellt werden: Je mehr Fäden im Innern, desto mehr Zellschatten. Dieses reziproke Verhältnis hat aber auch seine Grenzen: Je mehr Wirtszellen zu Grunde gegangen sind, desto mehr verschwinden auch allmählich die Trichome, möglicherweise wandern sie aus dem an Nährstoffen

verarmenden Medium aus, oder sie gehen selbst zu Grunde. Dieses soeben geschilderte Verhalten zeigt sich so häufig, daß man fast nicht umhin kann, dem *Phormidium* Parasitennatur zuzuschreiben. Denn es ist doch zu auffallend, daß in dem Falle, wo die Trichome noch an der Oberfläche der Kolonien sich aufhalten, die Zellen der letzteren normal aussehen, und daß, sobald die Trichome tiefer und zahlreicher eindringen, damit ein Zellzerfall Hand in Hand geht. Allerdings wäre auch die unwahrscheinlichere Auffassung

Abb. 4. *Microcystis aeruginosa*, Detail. Länge und Dicke der Fäden zeigend, die hauptsächlich in der peripheren Gallerte sich finden. Vergr.: 450fach.

nicht ohne weiteres abzuweisen, daß die Trichome (falls sie harmlos sind) vielleicht nur deswegen eindringen, weil die Zellen der Kolonie spontan zu Grunde gehen. Die Entscheidung ist ohne Kulturen nicht leicht.

*Phormidium mucicola* in der Gallerte von Rotatorien. Im Muzzanosee ließ sich das Befallensein der Gallerte von *Floscularia mutabilis* (Abb. 2) nur einmal beobachten, und zwar einzig aus dem Grunde, weil dieses Rotator zur Zeit der Probeentnahme ohnehin sehr selten war. Auffallend war die Verteilung der wenigen Trichome im Hinterteil der Gallerte des Tieres.

Sehr zahlreich waren dagegen die Trichome in der Gallerte von *Conochilus unicornis*. Hier konnte häufig eine radiäre Anordnung der Fäden in der Gallerte gesehen werden[1]).

Im schwedischen Material konnten häufig freischwimmende Gallertflöckchen beobachtet werden, die nur aus Trichomen von *Ph. mucicola* bestanden, und die eine radiäre Anordnung zeigten (s. Mikrophotogramm, Abb. 6). Es ist ja möglich, daß es die Lager dieses *Phormidiums* selbst sind; denn, wenn es sich in unserer Dar-

Abb. 5. Detail, zum Teil sehr kurze Fäden. Vergr.: 450fach.

stellung wirklich um diese Gattung handelt, so dürfte sie in den Stadien, wo sie frei vorkommt, doch in der Form von Schleimlagern sich weiter entwickeln. (Auch diese Frage muß noch weiter kulturell verfolgt werden.)[2])

1) Radiäre Anordnung innerhalb des Lagers findet sich bei Cyanophyceen nicht so selten; es sei erinnert an *Scytonema tolypotrichoides* Kg., *Rivularia echinulata* (Engl. Bot) P. Richt., *Nostoc parmelioides* Kg.

2) Zum Teil handelt es sich aber gewiß in derartigen Fällen auch um infizierte leere Gallerthäute planktischer Blaualgen, die ja oft massenhaft vorhanden sind.

Was die Vermehrung anbetrifft, so ist oben am Beispiel von *Microcystis* bereits geäußert worden, es dürften Hormogonien gebildet werden. Tatsächlich sieht man zwischen den längeren Trichomen häufig kleinere, die genau $\frac{1}{4}$ oder die Hälfte ihrer Nachbartrichome messen. Auch in den hyalinen Spaltstellen können etwa abgeknickte Trichome beobachtet werden.

Außerdem sind auch kleine einzelne Zellen oder 2er Gruppen mit Gallerthof, die den Durchmesser von *Phormidium*zellen zeigen,

Abb. 6. Ein Schleimlager, die konzentrische Anordnung der Fäden sehr deutlich zeigend. Vergr.: 450fach.

in der Gallerte des Wirtsorganismus neben den Trichomen oft sehr häufig zu sehen. Vielleicht geht der Fadenzerfall noch weiter als nur bis zu den 4zelligen Hormogonien.

Nicht zu verwechseln sind diese kleinen Zellen mit einer andern Gallertbewohnerin, die im Muzzanosee für sich allein oder in Mischinfektion mit *Phormidium mucicola* beobachtet werden konnte, mit der *Aphanocapsa endophytica* G. M. Smith.

Von Interesse ist, um auf diesen Punkt zurückzukommen, die Kürze der Fäden. In der Gattung *Phormidium* kann man

relativ kurze Trichome hier und da feststellen (z. B. *Ph. tenue*, *Ph. molle* etc.), aber die Fäden sind von wechselnder Länge, auf jeden Fall immer länger als die von *Phormidium mucicola*. Möglicherweise hängt die Kürze der Trichome des letzteren mit der epiplanktischen bzw. parasitischen Lebensweise zusammen[1]). Unwillkürlich denkt man in diesem Zusammenhang an die ebenfalls kurzen (bloß 50—105 $\mu$ langen) Trichome einer andern, und zwar marinen Blaualge, der *Richelia intracellularis* Schmidt (der Familie der Microchaetaceen angehörend), die in den lebenden Zellen von *Rhizosolenia styliformis* vorkommt und (zusammen mit den basalen Heterocysten) bloß 7—20 Zellen im Trichome zählt. Diese kurzen Fäden bilden also gewissermaßen ein marines Gegenstück zu unserm *Phormidium mucicola*.

Zur Gruppe der Blaualgen gehört noch ein anderer mariner epiplanktischer Organismus, *Calothrix Rhizosoleniae* Lemm., der an Planktondiatomaceen, wie *Rhizosolenia* usw., vorkommt.

In der Gallerte anderer Süßwasseralgen, allerdings nicht epiplanktisch, kommen Cyanophyceen nicht selten vor, z. B., um nur die nächsten Verwandten aus der Gruppe der Oscillarioideen zu nennen: *Lyngbya mucicola* Lemm. in der Gallerte von *Coccochloris*, *Aphanothece*, *Nosto*carten; *Lyngbya saxicola* Filarsky in *Aphanocapsa*-lagern; *Lyngbya Rivulariarum* Gom. in *Rivularia*. Hingegen sind epiplanktische Arten von *Oscillatoria* und *Phormidium* bisher noch nicht bekanntgeworden.

Lund / Zürich, Dezember 1928.

---

1) Das Aussehen dieser kurzen, kettenförmigen, blassen Fäden erinnert sehr an den in der menschlichen Pathologie eine so außerordentlich wichtige Rolle spielenden (allerdings kleineren) *Streptococcus*.

Abb 1.

Abb. 2.

Abb. 3.

Abb. 4.

## Sitzung vom 22. Februar 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß einer der Mitbegründer unserer Gesellschaft, Herr

**Dr. Ludwig Wittmack,**

Geheimer Regierungsrat, ord. Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und ord. Honorarprofessor an der Universität Berlin, im ehrwürdigen Alter von 89 Jahren am 2. Februar 1929 in **Berlin-Lichterfelde** entschlafen ist.

Außerdem hat die Gesellschaft den Verlust eines ihrer korrespondierenden Mitglieder zu beklagen, des Herrn

**Dr. Viktor Ferdinand Brotherus,**

Professor in **Helsingfors,** der am 9. Februar 1929 verstorben ist.

Zu Ehren der Dahingegangenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

---

An Herrn Geheimrat Professor Dr. J. REINKE-Preetz (Holstein) wurden zu seinem 80. Geburstage am 3. Februar 1929 Glückwünsche gerichtet, auf die der Jubilar durch ein Dankschreiben geantwortet hat, das vom Vorsitzenden verlesen wird.

---

Herr Professor Dr. HENRICH KLEBAHN-Hamburg feierte am 20. Februar d. J. seinen 70. Geburtstag. Der Vorstand richtete zu diesem Tage an ihn eine Glückwunschadresse, die vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochgeehrter Herr Professor!

Zu Ihrem 70. Geburtstage entbietet Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft als einem ihrer ältesten Mitglieder die herzlichsten Glückwünsche.

Sie können heute auf ein an Arbeit und Erfolgen reiches Leben zurückblicken, und auch wir möchten Ihrer um die botanische Wissenschaft so zahlreichen Verdienste gedenken.

Als rechter Sohn der Wasserkante sind Sie Ihrer engeren Heimat Bremen und Hamburg treu geblieben, im unterrichtlichen Berufe als Lehrer, wie auch später als Forscher auf dem Gebiete der Botanik, nachdem Sie Ihre akademische Ausbildung in Jena und Berlin gewonnen hatten.

Schon als Jüngling durch eine Reihe tüchtiger Männer in den Schuljahren für naturwissenschaftiche Fragen angeregt, hatten Sie als junger Student das Glück, bedeutende Persönlichkeiten wie E. STAHL, S. SCHWENDENER, E. HAECKEL und O. und R. HERTWIG Ihre Lehrer nennen zu dürfen, deren Einfluß für Ihr späteres Leben und Arbeiten von nachhaltiger Wirkung sein sollte.

Zwei Forschungsgebiete sind es hauptsächlich, auf denen Sie sich erfolgreich und führend betätigt haben, die Algologie und die Mycologie. In weit über 100 Arbeiten, die diese Gebiete umgreifen, haben Sie sich reiche Anerkennung erringen können.

In der Algologie verdanken wir Ihren Untersuchungen die ersten grundlegenden Kenntnisse der Zytologie. Schon Ihre erste Arbeit über die Befruchtung und Zygotenkeimung der Desmidiaceen hat prinzipielle Bedeutung erlangt dadurch, daß Sie die Chromosomenreduktion vorausgeahnt haben. Kurz darauf konnten Sie erstmalig bei einer Chlorophycee (*Oedogonium*) die Kernverschmelzung bei der Befruchtung und die damit verbundenen Vorgänge beobachten.

Durch scharfsinnige Versuche an Cyanophyceen erschlossen Sie die Natur der Gasvakuolen und gaben damit der Erforschung stoffwechsel-physiologischer Probleme wichtige Anregungen.

Später wandten Sie sich mykologischen und besonders phytopathologischen Fragen zu, deren interessante Entwicklungsgänge und deren praktische Bedeutung Ihnen von nun an zum Hauptarbeitsfeld wurde, und deren Erkenntnisse Sie Jahr für Jahr durch neue Arbeiten zu bereichern wußten. Allein über Kulturversuche mit Rostpilzen erstatteten Sie in den Jahren 1892—1924 siebzehn Berichte.

Die ersten Anregungen zu diesen Untersuchungsreihen boten Ihnen Ihre Studien über *Cronartium strobi*, deren große Bedeutung für die Forstkultur sich steigernder Anerkennung erfreuen konnte. An diese Arbeiten schlossen sich solche über andere Rostarten, aus deren Ergebnissen Sie zu der Erkenntnis der bei diesen Pilzen auftretenden biologischen Arten kamen.

Als Frucht aller dieser Arbeiten erschien 1904 die zusammenfassende Bearbeitung über die wirtswechselnden Rostpilze, der 1914 die eingehende Bearbeitung der Rostpilze in der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg folgte.

1912 ließen Sie die Grundzüge der Phytopathologie erscheinen und 1918 die Bearbeitung der Haupt- und Nebenfruchtformen der Ascomyceten, eine Arbeit, die Sie noch Ihrem alten Lehrer ERNST STAHL widmen konnten.

So haben Sie auf diesen Gebieten viel Neues geschaffen und reiche Anregung zu künftigem Forschen gegeben.

Neben vielen wissenschaftlichen Arbeiten gedenken wir auch Ihrer Lehrtätigkeit an der Hamburger Universität auf allgemein botanischem Gebiet, die Ihnen weit über Ihre speziellen Forschungen hinaus Anregung und Arbeit bot, wie Ihre Bearbeitung der Algen, Moose und Farne aus dem Jahre 1914 beweist.

In Anerkennung Ihres erfolgreichen Lebenswerks konnten Sie sich auch besonderer persönlicher Ehrungen erfreuen, so der Verleihung der Leibnizmedaille 1927 und Ihrer Ernennung zum Ehrendoktor der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn.

Die Deutsche Botanische Gesellschaft aber, die regen Anteil an Ihren reichen Erfolgen nimmt, wünscht Ihnen viele weitere Jahre der Rüstigkeit und ungeschwächten Arbeitskraft. Wir sind gewiß, daß Sie unsere Wissenschaft noch durch manches wertvolle Ergebnis bereichern werden.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Börger**, Dr. **Hermann**, Freiwilliger wissenschaftl. Mitarbeiter an der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Potsdam**, Luckenwalder Str. 11 (durch H. MIEHE und E. TIEGS),

**Canabaeus**, Frl. Dr. **Lotte**, in **Berlin-Lichterfelde**, Moltkestr. 36 (durch H. KNIEP und R. KOLKWITZ),

**Schmitz**, Dr. **Heinz**, Assistent am Botanischen Institut zu **Frankfurt a. M.**, Viktoriaallee 9 (durch P. STARK und F. OVERBECK),

**Schulz-Korth**, **Karl**, in **Berlin-Charlottenburg 4**, Kantstr. 41 (durch H. HARMS und L. DIELS).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Bobko**, **Eugen**, Professor in **Omsk**,
**Hoffmann**, **Kurt**, cand. rer. nat. in **Kiel**,
**Kreuter**, **Erich**, cand. rer. nat. in **Kiel**,
**Rohweder**, **Heinrich**, Studienrat in **Kiel**,
**Schulz-Gaebel**, cand. rer. nat. in **Kiel**,
**Secretan**, **Ernest**, Gutsbesitzer auf **Hohenau**, Post **Trebur**,
**Sen-Gupta**, Dr. **Jatis**, in **Dacca** (Bengal).

---

Herr H. MIEHE berichtete im Rahmen einer allgemeinen Schilderung des Selbsterwärmungsproblems über einige neuere Erfahrungen seiner Schüler, namentlich über solche, die Selbsterhitzungsfähigkeit von Reinkulturen betreffen. Sie wurden in DEWARschen Gefäßen angesetzt, als Substrat erwies sich für Pilze neben Heu geriebenes Weißbrot als sehr geeignet, während Bakterien nur in Heu geimpft wurden. Die Versuche zeigten eine befriedigende Parallele zwischen den Wachstumsmaximis der Organismen und den Höchstgraden ihrer Erhitzungsfähigkeit. Auch eine höhere Pflanze wurde in Reinkultur auf ihre Selbsterhitzungsfähigkeit untersucht. Es gelang durch Behandlung mit 3 proz. Bromwasser die Achänen der Sonnenrose so sicher keimfrei zu machen, daß man genügende Mengen steriler junger Keimlinge für Erhitzung erhielt. Sie zeigten eine die Außentemperatur nicht oder kaum übersteigende Temperatur, während nicht sterilisierte keimende Früchte die übliche starke Erhitzung erkennen ließen. Daraus geht zunächst hervor, daß die Wärmeerzeugung (und damit auch die Atmung) selbst bei jungen Keimlingen sehr viel geringer ist, als man bisher annahm. Weiter ergibt sich aber auch aus solchen Versuchen mit Bezug auf die Theorie der Selbsterwärmung pflanzlicher Stoffe, daß sie nicht durch postmortal wirksam bleibende, dem sich erhitzenden Stoff eigene Enzyme bewirkt wird, sondern nur durch die auf ihnen wachsenden Mikroorganismen, womit auch die inzwischen noch weiter ausgedehnten Erfahrungen über die gleichartige Wirkung sehr verschiedener antiseptischer Agenzien übereinstimmt. Der Vortragende zeigte eine Sammlung von Reinkulturen thermophiler Pilze und Bakterien, sowie zwei Erhitzungsversuche. Unter ihnen empfahl er als Demonstrationsversuch für Vorlesungen den folgenden: Geriebenes altes Weißbrot wird mit einer starken Aufschwemmung von Bäckerhefe gut durchfeuchtet und in ein DEWAR-Gefäß gefüllt. Die Temperatursteigerung ist dann während einer Kollegstunde gut zu zeigen.

# Mitteilungen.

## 7. H. Rohweder: Über Kernuntersuchungen an Dianthus-Arten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 11. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Seit mehr als 3 Jahren untersuche ich unter der Leitung von Herrn Prof. TISCHLER die Kernverhältnisse bei *Dianthus*-Arten. Angeregt wurde ich zu der Arbeit durch die Beobachtung, daß die in Schleswig-Holstein bodenständigen *Dianthus*-Arten: *D. superbus, D. deltoides* und *D. carthusianorum* auffällig schnell aus ihren früheren Standorten verschwinden. Den Grund für dieses Verhalten vermutete ich in irgendwelchen Degenerationserscheinungen der Fortpflanzungsorgane.

Zytologische Veröffentlichungen über Nelken liegen nicht vor, außer der 1928 erschienenen Arbeit von K. B. BLACKBURN: „Chromosome number in Silene and the neighbouring genera", in der BLACKBURN 2 Nelkenarten kurz streift insofern, als die Verfasserin für *D. barbatus* und *D. deltoides* die Zahlen der haploiden Chromosomen-Garnituren mit 15 angibt.

Sonst ist m. W. über *Dianthus*-Arten karyologisch noch nicht gearbeitet worden.

K. B. BLACKBURN bezeichnet schon auf Grund ihrer wenigen Untersuchungen an Nelkenarten die karyologischen Studien an dieser Pflanzengattung für aussichtsreich. Meine Arbeiten auf diesem Gebiet haben die Vermutung bestätigt. Zunächst untersuchte ich die Schleswig-Holsteinischen Nelkenarten: *D. superbus, D. carthusianorum, D. deltoides* und die erst in den letzten 10 Jahren verschwundene *D. armeria.* Ich verschaffte mir Blütenmaterial von den Standorten dieser Pflanzen und stellte auf Grund karyologischer Untersuchungen weitgehende Degenerationserscheinungen in den Antheren fest. Bis zum Spirem erschienen die meisten Blüten normal; die Tapetenzellen waren reich an chromatischer Substanz und ließen sich gut differenzieren. Aber Diakinesen und weitere Teilungsstadien erhielt ich nur in den allerseltensten Fällen. Die färbbare Substanz bleibt vielmehr im durchsichtigen Plasma so fein verteilt, daß es, mit Hämatoxylin gefärbt, gleichmäßig blauschwarz bis mattblau erscheint, wie mehr oder weniger

dicker Jod-Stärke-Kleister. Die Kernwand bleibt zunächst noch erkennbar, aber schon die Diakinese-Stadien sind nicht mehr normal entwickelt. Einen wie großen Raum die Degenerationserscheinungen einnehmen, ergibt sich bereits aus der Tatsache, daß ich von mehr als 1500 *superbus-* und 500 *deltoides-*Blüten nur je eine fand, die gute Diakinesen und Metaphasen aufwiesen. Und in diesen Fällen waren von den 40 Antherenfächern einer Blüte nur je eins mit normaler Chromatinsubstanz angefüllt, die im oberen Teil des Faches Diakinesen und im unteren Metaphasen aufwiesen. Wollte man den oben beschriebenen Befund auf unbrauchbare Fixiermethoden zurückführen, so wäre es nicht zu erklären, daß alle andern Gewebe, einschließlich der Tapetenzellen, normalen Inhalt aufwiesen. Bei *D. armeria* habe ich noch keine normale Zellteilung in Antheren beobachten können. Ich habe zwar erst 120 Blüten untersucht. Aber die bei *D. armeria* beobachteten Erscheinungen im Kern ihrer Pollenmutterzellen stimmen wesentlich mit den bei *superbus* und *deltoides* festgestellten Tatsachen überein, so daß die Wahrscheinlichkeit besteht, daß *D. armeria* sich bei uns ebenso verhält wie die beiden zuletzt genannten in Schleswig-Holstein noch wild wachsenden Arten.

Eigenartigerweise fand ich bei einer *superbus-*Pflanze, die ich aus den Alpen heimgebracht und in den hiesigen Garten gesetzt hatte, diese Erscheinung nur in so geringem Maße, daß ich bei gleicher Fixiermethode schon unter 40 Blüten zwei mit schönen Diakinesen und Metaphasen fand. Aber diese Diakinesen und Metaphasen beobachtete ich wiederum nur in einem der 40 Antherenfächer; 39 waren auch hier degeneriert. Die auf Amrum wild wachsende Karthäusernelke habe ich dreimal in 3 Jahren an Ort und Stelle fixiert und nie ein brauchbares Teilungsstadium gesehen. Als ich sie dagegen in den hiesigen Garten verpflanzte oder aus Samen aufzog, den ich von dort geholt hatte, bekam ich sofort von 50 Blüten zwei brauchbare Präparate.

Alle von mir dem hiesigen Garten entnommenen Blüten fremder Nelkenarten zeigten die eben beschriebenen Degenerationserscheinungen nur in dem Maße, wie ich es bei den aus den Alpen oder Amrum in den Garten verpflanzten wilden Formen beobachtete, indem ich unter je 20—40 Blüten 1—2 Antherenfächer mit brauchbaren Stadien besetzt vorfand.

Ein wesentlich anderes Phänomen tritt bei *D. giganteus* und *carthusianorum* auf. Hier werden ganze Antheren zurückgebildet. Diese Erscheinung zeigte bei allen dem Münchener Botanischen Garten entnommenen Blüten den gleichen Grad. Die Antheren

blieben klein, bildeten keine Tapetenzellen und keine Pollenmutterzellen. Die Zellen der Antheren waren frei von färbbarer Substanz. Vor der Differenzierung erschienen nur die Zellenwände blau; der Inhalt war in allen Fällen nicht färbbar. Diese Staminodien erreichten keine größere Länge als 800 μ. Von da ab bildeten sie sich zurück. Dafür erschien die Ausbildung der Samenanlagen anderen Nelkenarten gegenüber wesentlich bevorzugt. Die Samenanlagen waren größer und reicher an färbbarer Substanz. Sie drängten sich förmlich in den Raum, der sonst von den Antheren eingenommen wird. Ich habe auch in relativ alten Blüten nie ein fertiges Pollenkorn gefunden.

Dieselbe Art, deren Samen ich dem Botanischen Garten in München entnahm, zeigte im hiesigen Garten die eben beschriebene Erscheinung nicht. Vielmehr fand ich zu 40 % von etwa 400 solcher Nelkenblüten die Staminodienbildung so weit fortgeschritten, daß nur noch Zellwucherungen über dem Blütenboden festgestellt werden konnten. Bei diesen Blüten zeigten die Samenanlagen ebenfalls abnorme Größe und starke Anhäufung von Chromatin. Zu 60 % ergaben die Blüten denselben Befund wie die von mir allgemein an Nelkenarten beschriebenen.

Auf Grund dieser Degenerationserscheinungen bei *Dianthus*-Arten komme ich zu dem Schluß, daß es sich in allen Fällen um ernährungsphysiologische Phänomene handelt, wie u. a. JARETZKY sie an Cruciferen und *Rumex flexuosus* beschreibt. Wenn es sich bewahrheiten sollte, was ich für *D. giganteus* beobachtet zu haben glaube, daß Pollen überhaupt nicht mehr zur Ausbildung kommen, so läge hier vielleicht ein Übergang zur Parthenogenese vor, weil diese Art guten, keimfähigen Samen hervorbringt.

Was den karyologischen Befund der normalen Zellteilungen in Antheren angeht, so ist bemerkenswert, daß sich bei allen von mir untersuchten Arten in der heterotypen und homöotypen Teilung Chromosomensätze mit der Grundzahl 15 vorfinden. Diese Grundzahl findet sich bei Caryophyllaceen nach TISCHLERs Karyologie und den tabulae biologicae nur bei den von BLACKBURN untersuchten *D. deltoides* und *barbatus* und außerdem bei *Vaccaria segetalis*. Ich habe Tetraploidie und Hexaploidie ebenso häufig festgestellt wie Diploidie.

In der Diakinese und heterotypen Metaphase sind die bivalenten Chromosomen in Form von Sphäroiden mit einigen Abplattungen zu erkennen. In der Diakinese habe ich die beiden Partner der Gemini deutlich als getrennte Körperchen beobachtet. Gegen Ende der Diakinese sieht man sie aber so dicht beiein-

ander, daß sie fast als morphologische Einheit erscheinen. Nur je eine Kerbe an den Polen des Sphäroids deutet noch auf die Zweiheit hin. Ringformen, wie BLACKBURN sie bei allen Silenen mit einer Ausnahme gefunden hat, habe ich nicht entdecken können. Hier scheint ein wesentlicher karyologischer Unterschied zwischen *Dianthus* und *Silene* vorzuliegen. Dagegen beobachtete ich eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung der Diakinesestadien bei den von mir untersuchten *Dianthus*-Arten und der von BLACKBURN beschriebenen *Silene sinowatsoni*, bei der kurze, stäbchenförmige Chromosomen beobachtet wurden. Die von BLACKBURN beschriebenen Drehungen der Chromosomen habe ich nur im Spirem entdecken können. Aber in der Diakinese werden die *Dianthus*-Chromosomen so massig, daß eine Drehung nicht gut beobachtet werden kann.

Individuelle (X Y) Chromosomen, wie sie bei den zweihäusigen *Melandrium*-Arten vorkommen, habe ich nicht gesehen, was auch bei der Zwittrigkeit der Nelke nicht erwartet werden kann. Dieser Befund stimmt überein mit dem von BLACKBURN angeführten, nach dem x y-Chromosomen lediglich bei *Melandrium*-Arten und der zweihäusigen *Silene otites* vorkommen.

Die Erscheinung der Polyploidie ist im Gegensatz zu BLACKBURNs bisher veröffentlichten Untersuchungen an *Silene*-Arten bei *Dianthus* recht häufig. K. B. BLACKBURN findet Tetraploidie nur bei *Agrostemma githago*, einer Pflanze, die nach Ansicht COSSONs schon lange unter Einflüssen menschlicher Kultur steht. Auch die von mir untersuchten einheimischen Nelkenarten: *D. deltoides*, *D. carthusianorum* und *D. superbus* haben die haploide Chromosomenzahl 15. Allerdings hat die schon lange kultivierte Bartnelke (*D. barbatus*) dieselbe Zahl. Als polyploid fand K. B. BLACKBURN nur amerikanische *Melandrium*-Arten. Ich beobachtete bei *D. arenarius* in der Metaphase der heterotypen und homöotypen Teilung 30, bei *Sternbergii*, *Séguiérii* und *plumarius* 45. Bei der nahen systematischen Stellung von *arenarius* und *superbus*, die vor allen Dingen im Bau der Blüte zum Ausdruck kommt, liegt es nahe, *arenarius* als abgeleitete Form von *superbus* anzusehen. Während *superbus* über fast ganz Europa und Asien verbreitet ist und über eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit verfügt, insofern als er fruchtbaren Gartenboden ebenso gut verträgt, wie öde Heiden und Moore, und in hohen Gebirgslagen und niedrigem Sumpfgelände der Ebene gleich gut fortkommt, bewohnt *arenarius* wesentlich nur den schmalen diluvialen Höhenzug und die Dünenkette am südlichen Rande der Ostsee. Somit hat es den Anschein, als ob *D. arenarius* in den

Sanden der Ostsee unter der Wirkung der hier geltenden besonderen Bodenverhältnisse aus *D. superbus* hervorgegangen wäre. Hierbei wäre lediglich die Wuchsform niedriger und dürftiger geworden, und zwar nicht infolge des anderen Chromosomensatzes, sondern wegen der dürftigen Lebensbedingungen. Die spärliche Blütenzahl von *arenarius* wird ebenfalls auf den kümmerlichen Boden zurückzuführen sein. Die weiße Blütenfarbe von *D. arenarius* kommt gelegentlich auch bei *D. superbus* vor. Eine im hiesigen Garten von Dr. MARKGRAF am Botanischen Museum in Berlin-Dahlem als *D. arenarius* sicher bestimmte *Dianthus*-Art unterscheidet sich von der im Sandbeet wachsenden *arenarius*-Rasse durch ihre großen Blüten und Blätter und durch die Neigung zur Gabeligkeit der Blütenäste. Die Varietät hat so viele Merkmale mit *superbus* gemeinsam, daß man versucht ist, sie für einen weißen *D. superbus* zu halten. Diese großblumige Wuchsform hat auch 30 Chromosomen wie die im Sand wachsende Rasse. Den Grund für den Übergang von *D. superbus* zur tetraploiden *D. arenarius* kenne ich nicht. Jedenfalls scheint auf Grund von Volumenbestimmungen an Diakinese-Kernen bei *D. arenarius* und *superbus* mit dem Übergang zur Tetraploidie keine Volumenzunahme der Kernsubstanz erfolgt zu sein.

Daß die Chromosomenzahl vervielfältigt werden kann, ohne daß der Phänotyp sich ändert, hat K. B. BLACKBURN an *Silene ciliata* festgestellt, die an drei verschiedenen Standorten bei gleichem Habitus 12, 24, 96 Chromosomen aufwiesen. Maßgebend für Haploidie oder Polyploidie war lediglich der Standort der Pflanze. Das gleiche würde für *D. superbus* und *D. arenarius* zutreffen, wenn meine Annahme der Ableitung von *D. arenarius* aus *D. superbus* richtig ist.

Bei *D. plumarius* fand ich einen ähnlichen Fall. Hier stellte ich die haploiden Chromosomensätze 15 und 45 fest. Es handelt sich hier um zwei Gartenformen derselben Nelke, die sich in ihrem Äußeren durch ihre Blütengröße unterscheiden, und zwar ist die hexaploide Form etwa doppelt so groß in der Blüte und rein weiß wie die diploide Form mit rotem Ring im Schlund der Blüte.

Daß es sich um zwei Gartenformen von *D. plumarius* handelt, daß also nicht zwei verschiedene Arten vorliegen, ist von Dr. MARKGRAF einwandfrei festgestellt worden.

Inzwischen habe ich die haploiden Chromosomensätze von 6 *plumarius*-Rassen feststellen können: zwei Rassen haben 15, vier haben 45 Chromosomen.

*D. giganteus* hat 15 ganz kleine Chromosomen, während *carthusianorum* 15 bedeutend größere Chromosomen aufweist, wobei

*giganteus* der *carthusianorum* systematisch ganz nahesteht und als *gigas*-Form der letzteren erscheint.

*D. collinus* hat 45 Chromosomen.

Ich werde diese Untersuchungen an einer Reihe von *plumarius*-Rassen und anderen Nelkenarten fortsetzen. Jedenfalls geht aus den vorliegenden Arbeiten von K. B. Blackburn an *Silene*- und meiner an *Dianthus*-Arten hervor, daß eine und dieselbe sicher bestimmte Art in ihren verschiedenen Rassen verschiedene Chromosomensätze haben kann.

In der heterotypen Metaphase fand ich

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| bei | *D.* | *Sternbergii* | | 45 | Chromosomen |
| „ | „ | *carthusianorum* | | 15 | „ |
| „ | „ | *giganteus* | | 15 | „ |
| „ | „ | *superbus* | | 15 | „ |
| „ | „ | *arenarius* | | 30 | „ |
| „ | „ | *arenarius*, | Rasse C | 30 | „ |
| „ | „ | *Séguiérii* | | 45 | „ |
| „ | „ | *barbatus* | | 15 | „ |
| „ | „ | *deltoides* | | 15 | „ |
| „ | „ | *collinus* | | 45 | „ |
| „ | „ | *plumarius* | (3) | 45 | „ |
| „ | „ | „ | (20) | 15 | „ |
| „ | „ | „ | (cp) | 15 | „ |
| „ | „ | „ | 23 | 45 | „ |
| „ | „ | „ | 22 | 45 | „ |

## 8. J. C. Th. Uphof: Enation an Laubblättern von Psidium guava und von Hibiscus rosa-sinensis.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. I. 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Nach MASTERS[1]) verstehen wir unter Enation „certain forms arising from excess not of growth, but of development, and consisting in the formation of supplementary lobes or excrescences from various organs". Ähnlich drückt sich PENZIG[2]) aus, wenn

Abb. 1. Enation an der Unterseite eines Laubblattes von *Psidium guava.*

er sagt „Enation (auch Enatie) — Bildung von Excrescenzen verschiedener Art auf der Oberfläche anderer Organe (Säume und kleine Spreiten auf Laubblättern, petaloide Lappen auf den Petala etc.)". Ein allgemein bekanntes Beispiel von Excrescenzen eines Laubblattes ist bei der Aracee *Xanthosoma violaceum appendiculatum* zu finden, deren Blätter an der Unterseite der Mittelrippe eine sekundäre Blattfläche bilden können. Weiter wären aus der botanischen Literatur noch einige spärliche Beispiele zu nennen, jedoch

---

1) MAXWELL T. MASTERS. Vegetable Teratology. Seite 443—453. London 1869.

2) O. PENZIG. Pflanzen-Teratologie. Band I. Seite V. Berlin 1921.

ist die Erscheinung der Enation bisher noch nicht bei Arten der Gattungen *Psidium* und *Hibiscus* beobachtet worden, über die hier berichtet werden soll. *Psidium guava*, die in Mittel- und Süd-Florida kultivierte *Guava*, ist an vielen Stellen zu finden; da dieser Art jedoch wenig Handelswert zukommt, findet man sie nicht

Abb. 2. Enation an der Unterseite eines Laubblattes von *Hibiscus rosa-sinensis*.

plantagenartig angepflanzt, und ebensowenig hat man sich viel mit der Züchtung neuer Formen beschäftigt. Die Blätter sind elliptisch, 8 bis 12 cm lang und etwa 5 bis 7 cm breit. An einem Baum der Varietät *Snow White* beobachtete ich eine eigentümliche Monstrosität. Ein Blatt von einer Länge von 11 cm und einer Breite von etwa 6½ cm zeigte an der Unterseite ein normal ausgebildetes sekundäres Blatt, an dem jedoch kein Blattstiel zu beobachten war. Die Mittelrippe dieses sekundären Blattes war auf ihrer Unterseite in einer Länge von etwa 2 cm der Unterseite der Mittelrippe des Hauptblattes angewachsen, und nur der übrige Teil des

Blattes war frei. Die nach unten gerichtete Fläche des sekundären Blattes war die eigentliche Oberfläche; der nach oben gerichtete, also der Unterseite des Hauptblattes zugewendete Teil stellte dagegen, wie aus der Färbung und dem anatomischen Bau zu ersehen war, die Unterseite des sekundären Blattes dar.

An einer Pflanze von *Hibiscus rosa-sinensis* der Varietät *Peach Blow* konnte ebenfalls auf der Unterseite eines Blattes ein sekundäres Blatt gefunden werden, jedoch mit den Merkmalen eines ganz anderen Typus. Das Hauptblatt sah, wie bei der vorigen Art, von oben her ebenfalls vollkommen normal aus. Auf der Unterseite jedoch — etwa 1 cm von der Basis der Mittelrippe entfernt — befand sich ein sekundäres Blatt, dessen Mittelrippe etwa 5 cm weit mit der des Hauptblattes verwachsen und nur nach der Blattspitze zu in einer Länge von ca. 3 cm vollkommen frei war. Dieses sekundäre Blatt war nicht flach, sondern in seinem unteren Teil durch Verwachsung der Blattränder tütenförmig ausgebildet. Derartige Ascidien oder becherförmige Blattspreiten sind genügend oft bei Hauptblättern beobachtet, aber bisher noch nicht unter Excrescenzen beschrieben worden. Auch in dem vorliegenden Fall war wieder die nach unten gerichtete Fläche die morphologische Oberseite und der nach dem Hauptblatt gerichtete Teil die morphologische Unterseite des sekundären Blattes.

Die beiden hier beigefügten Textfiguren geben ein klares Bild der beobachteten Abnormitäten, welche von mir in der Nähe von Orlando im Staate Florida gefunden werden konnten.

---

## 9. W. Docters van Leeuwen: Kurze Mitteilung über Ameisen-Epiphyten aus Java.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 14. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Durch die Untersuchungen von ULE[1]), die in mehreren Zeitschriften publiziert sind, sind wir mit einem sehr interessanten Fall des Zusammenlebens von Ameisen und Pflanzen bekannt geworden; es handelt sich nämlich um Pflanzen, die von Ameisen in ihren Nestern gezüchtet werden. Am besten bekannt wurden vielleicht die schönen Tafeln, die ULE[2]) in den Vegetationsbildern von KARSTEN und SCHENCK veröffentlicht hat. ULE hat in Brasilien Ameisenarten gefunden, die kugelförmige Erdnester in den Zweigen von Sträuchern und Bäumen anfertigen und darin Samen von größtenteils nur in diesen Nestern vorkommenden Epiphyten auspflanzen, deren Wurzeln zur Festigung der Nestwand dienen, und deren Blätter die Nester gegen Austrocknen schützen sollen. In diesen sogenannten Ameisengärten kommen 14 Pflanzenarten vor, welche 7 Familien angehören. ULE hat die Verschleppung der Samen durch die Ameisen beschrieben. In neuester Zeit sind die Wahrnehmungen von ULE und anderen Forschern durch ULBRICH[3]) zusammengestellt worden.

Ameisenepiphyten gibt es auch auf Java und den andern Inseln von Niederländisch-Indien, besonders auf den Molukken und Neu-Guinea, in Hülle und Fülle. Über die Ursache des Zusammenlebens der Ameisen mit diesen Ameisenepiphyten ist man zurzeit nur noch sehr unvollkommen unterrichtet.

1913 wurde von meiner Frau und mir[4]) mitgeteilt, daß die Samen von zwei *Dischidia*-Arten, nämlich: *Dischidia nummularia* R. Br. und *D. Rafflesiana* Wall. von den mit ihnen zusammenlebenden

---

1) E. ULE, Ameisengärten im Amazonas-Gebiet. ENGL. bot. Jahrb. XXX, 1904, S. 45.

2) E. ULE, Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrome. Vegetationsbilder. 1905, Dritte Reihe, Heft 1.

3) E. ULBRICH, Biologie der Früchte und Samen. Biolog. Studienbücher. VI. Berlin 1928, S. 112.

4) W. und J. DOCTERS VAN LEEUWEN-REIJNVAAN, Beiträge zur Kenntnis der Lebensweise einiger *Dischidia*-Arten. Ann. d. Jard. bot. de Buitenzorg. Vol. XXVII, 1913, S. 65.

Ameisen verbreitet werden. Diese Samen besitzen eine kammförmige Erhebung, worin viel Öl aufgespeichert ist. Gleiche Beobachtungen wurden auch von KERR[1]) in Siam gemacht, der unsere Untersuchungen nicht kannte. Die Ameise, die die Samen verschleppt, ist *Iridomyrmex myrmecodiae* Emery (= *Ir. cordatus* Smith), welche auch in den Knollen der Ameisenepiphyten par excellence, *Myrmecodia* und *Hydnophytum*, lebt.

Kannte ich von der Umgebung von Semarang in Zentral-Java, wo wir damals wohnten, nur die obengenannte Ameisenart als Verschlepper der Samen von Epiphyten, so ist in der Umgebung von Buitenzorg eine zweite Art sehr häufig, die ungefähr dieselbe Lebensweise hat wie *Iridomyrmex*. Diese Ameise wurde von WHEELER, dem ich dafür herzlich danke, als *Crematogaster* (*Orthocrema*) *baduvi* Forel determiniert. *Iridomyrmex* kommt auch in der Nähe von Buitenzorg, besonders an den bekannten Fundstellen von *Myrmecodia*, vor. *Iridomyrmex* ist eine sehr kleine Ameise, ungefähr 2 mm lang, etwas durchsichtig und gelbbraun; *Crematogaster* ist etwas größer, dunkel und glänzend schwarz. Sie hält, wenn beunruhigt, ihren Hinterleib senkrecht nach oben, und an der Spitze wird dann ein kleiner, milchweißer Tropfen abgeschieden, womit sie den Feind anspritzt. Beide Ameisenarten sind nicht gefährlich, sie beißen nicht sehr heftig und sind, falls sie auf die Haut kommen, mehr durch ihre Zahl als durch ihren Biß lästig. Auch in der Lebensweise unterscheiden sich beide Ameisenarten voneinander, stimmen aber im folgenden überein: beide sind Baum- oder Strauch-Bewohner, kommen aber auch auf den Boden, um Nahrung zu suchen. Sie sind keine ausgesprochenen Nachttiere, sondern suchen ihre Nahrung sowohl bei Tag als bei Nacht und gehen fortwährend auf ihren Bäumen auf und nieder. Sie leben auch nicht vegetarisch, sondern nehmen allerlei Nahrung auf; in meinen Kulturen bekommen sie Zucker, gekochtes Ei mit Honig gemischt, Fleisch, tote Insekten usw. Im Freien sieht man sie auch überall nach Nahrung suchen, außerdem treiben sie Blattlaus- und Schildlauszuchten.

*Iridomyrmex* lebt am liebsten in den Gängen der Knollen von *Myrmecodia* und *Hydnophytum*, in den Schlauchblättern von *Dischidia Rafflesiana* und in den Gängen der Stengel von *Pleopeltis sinuosa* und *Lecanopteris Curtisii*, aber auch in Höhlungen toter Äste usw.,

---

1) L. R. KERR, Notes on *Dischidia Rafflesiana*. Scient. Proceed. of the Royal Soc. Vol. XIII, 1912, S. 293.

wie Dahl[1]) das vom Bismarck-Archipel beschreibt. Die Tiere machen überdeckte Gänge, welche von ihren Wohnungen bis zu ihren Coccidenzuchten führen, laufen aber auch frei auf den Bäumen herum, um die freilebenden Blattläuse zu besuchen. *Crematogaster* macht größere, freie Nester, entweder an den Stämmen unterhalb eines Astes, an den Zweigen oder zwischen den Seitenzweigen von Bambus-Halmen. Im ersteren Falle sind die Nester mehr oder weniger flach, im letzteren kugelrund oder oval. Sie nisten auch in toten Ästen, worin Gänge vorkommen. Sie machen keine überdeckten Gänge und laufen frei auf der Rinde umher. Das Nest ist dunkelschwärzlich oder mehr bräunlich, es wird nicht aus Erde, sondern aus feinzerbissenen Detritusteilen angefertigt, es besteht also aus Humus; auch die überdeckten Gänge von *Iridomyrmex* bestehen aus Detritusteilchen.

Es war mir aufgefallen, daß man aus den neuen Nestern von *Crematogaster* ohne Ausnahme junge Keimpflanzen hervorwachsen sah und an den älteren Nestern erwachsene Pflanzen. In der Nähe von Buitenzorg ist die Gesneriacee *Aeschynanthus angustifolia* sehr häufig, *Aeschynanthus albida* seltener vertreten. Von den Asclepiadaceae sind *Dischidia punctata* und *Hoya lacunosa* auch sehr häufig in diesen Nestern zu finden. Die Wurzeln dieser Pflanze wachsen in die Wand des Nestes hinein und halten die feinen Teile sehr fest zusammen, außerdem wachsen die erwachsenen Pflanzen bis hoch nach oben. *Hoya lacunosa* ist ein echter kletternder Epiphyt, *Dischidia punctata* dagegen mehr eine Schlingpflanze, die, falls sie keine Äste als Stütze finden kann, einfach vom Nest herunterhängt (siehe Abb.), wie das die beiden *Aeschynanthus*-Arten auch tun. Außerdem ist auch eine Orchidee, *Acriopsis javanica*, oft in diesen Nestern zu finden. Es war auch Hallier[2]) schon aufgefallen, daß *Aeschynanthus angustifolia* in den Ameisennestern keimt. Auf mehreren Exkursionen lernte ich die Ameisenepiphyten kennen, und speziell an der Fundstelle von *Myrmecodia* in der Nähe des Goenoeng Pantjar und bei Tapos am Abhang des Gedeh-Gebirges waren beide Ameisenarten vorhanden und auch viele Ameisenepiphyten.

---

1) Fr. Dahl, Das Leben der Ameisen im Bismarck-Archipel. Berlin 1901, S. 37.

2) H. Hallier, Die indonesischen *Aeschynanthus*-Arten des Herbarium zu Buitenzorg. Natuurk. Tijdschrift v. Ned. Indië. Vol. LVI, 1897, S. 333.

Bis jetzt kenne ich die folgenden Ameisenepiphyten:

Polypodiaceae: *Lecanopteris Curtisii* Bk. und *Pleopeltis sinuosa* Bedd.

Orchidaceae: *Acriopsis javanica* Reinw. und *Dendrochilum pallideflavens* Bl.

Gesneriaceae: *Aeschynanthus* (*Trichosporum*) *angustifolia* Steud. und *albida* Bl.

Rubiaceae: *Myrmecodia echinata* Gaud. und *Hydnophytum formicarum* Jack.

Asclepiadaceae: *Hoya lacunosa* Bl. und *pubera* Bl., *Dischidia Rafflesiana* Wall., *nummularia* Bl., *imbricata* Schum., *punctata* Decne., *hirsuta* Decne. und *benghalensis* Colebr.

Ich bin davon überzeugt, daß noch mehrere *Hoya*- und *Dischidia*-Arten und auch noch andere Pflanzen zu den Ameisenepiphyten gehören.

Einige dieser Arten, wie die Rubiaceae, die Polypodiaceae, *Dendrochilum pallideflavens, Hoya pubera, Dischidia Rafflesiana, imbricata, nummularia* und *punctata* und *Aeschynanthus angustifolia* habe ich niemals außerhalb der Ameisennester oder Gänge gefunden. Die anderen kommen auch anderswo vor, doch haben sich vielleicht auch diese Exemplare ursprünglich in Ameisennestern entwickelt, und sind die Ameisen später wieder verschwunden. In einem ausführlicheren Artikel hoffe ich später hierauf und auf andere Fragen noch zurückzukommen.

Die Hauptsache war, herauszufinden, warum diese Pflanzen immer in den Ameisennestern vorkommen, und warum die Ameisen die Samen verschleppen. Daß sie das tun, um, wie ULE meint, ihre Nester fester zu machen und gegen die Sonne zu schützen, schien mir zu anthropomorphistisch gedacht; es mußte sich eine bessere, der Ameisen-Psyche entsprechendere Ursache finden lassen.

Ich habe darum einige Nester beider Ameisenarten in einem kleinen Gewächshaus aufgestellt. Die größten Schwierigkeiten bereiten die gemeinen schwarzen Ameisen *Dolichoderus bituberculatus* F., die sofort in die Nester der kleineren Arten eindringen, die Larven und Puppen herausschleppen und die Bewohner vertreiben, wie das schon von MIEHE[1]) erwähnt wurde. Jetzt züchte ich die Ameisen in ihren Nestern, die auf Rinde in Töpfen im Wasser stehen, so daß die schwarzen Ameisen nicht mehr herankommen

1) H. MIEHE, Untersuchungen über die javanische *Myrmecodia*. Abhand. d. Math.-Phys. Klasse der Sächs. Gesellsch. der Wiss., Bd. XXXII, Nr. 1, 1909, S. 320

können. Ein großes Nest von *Crematogaster baduvi* ist auf diese Weise schon mehr als zwei Jahre in Ordnung geblieben, auch die *Iridomyrmex* läßt sich in dieser Weise leicht züchten. Sie werden reichlich mit Nahrung versehen und sind Tag und Nacht rege beschäftigt.

Auch die *Iridomyrmex*, die ich in den Knollen von *Myrmecodia* mitgebracht habe, bleiben nicht in diesen Knollen versteckt, wie Miehe behauptet, sondern suchen fortwährend auch draußen nach Nahrung; so wissen sie z. B. in einer Entfernung von ungefähr 70 cm von den Knollen ausgestreuten Zucker oder tote Insekten bald aufzufinden. Mit diesen Kolonien von Ameisen läßt sich bequemer allerlei untersuchen und experimentieren.

In seinem kurzen Bericht über einige Formen von Elaiosomen bei den Samen tropischer Pflanzen teilt Beumée[1]) mit, daß er in den Zellen der Haare der Samen von *Aeschynanthus angustifolia* Öltropfen gefunden hat. Eine Wahrnehmung, daß die in meinem Gewächshaus gezüchteten Ameisen die Sporangien von *Lecanopteris Curtisii* forttrugen — die ich zur Keimung auf Insektentorf ausgesät und zufälligerweise in die Nähe des Ameisennestes gestellt hatte — veranlaßte mich, das Problem wieder aufzugreifen und bei den Samen der Ameisenepiphyten nach Elaiosomen oder ölhaltigen Geweben zu suchen. Diese Untersuchung, die in den letzten Jahren nicht nur bei den von mir gefundenen Ameisenepiphyten, sondern auch bei verwandten, nicht in Ameisennestern lebenden Arten ausgeführt wurde, ergab folgende Resultate:

1. Polypodiaceae:

Sowohl *Pleopeltis sinuosa* als *Lecanopteris Curtisii*, worin *Iridomyrmex* lebt, besitzen Sporangien mit sehr viel Öltropfen in den dünnwandigen Wandzellen, sie werden auch sofort von den Ameisen verschleppt, während die Sporangien mehrerer epiphytischer Formen, wie *Drymoglossum*- und *Davallia*-Arten, nicht von den Ameisen angenommen werden und auch kein Öl enthalten.

2. Orchidaceae:

*Acriopsis javanica* ist eine regelmäßige Erscheinung in den Nestern von *Crematogaster baduvi*, die aber auch sonst ziemlich häufig ist; sie hat kleine, leichte Samen, die ungefähr birnenförmig sind, und deren Wandzellen sehr viel Öltropfen enthalten. Die

---

1) J. G. B. Beumée, Eenige vormen van elaiosomen aan zaden van tropische planten. Handelingen van het 4e Ned. Ind. Natuurwet. Congres. Weltevreden, 1926, S. 413.

Ameisen graben sich in die Früchte hinein und tragen die Samen nach ihrem Nest.

*Dendrochilum pallideflavens* ist viel seltener, ich kenne sie nur von zwei Fundstellen, wo sie immer mit *Iridomyrmex* zusammenlebt, oft fängt sie aus einer von diesen Ameisen bewohnten Höhlung sich zu entwickeln an. Obschon die Pflanze in der Regenzeit sehr reichlich blüht, habe ich nur selten Früchte gesehen, und von selbst aufgesprungene Früchte kenne ich von dieser Pflanze noch nicht. Eine halbierte Frucht mit reifen Samen wurde von den Ameisen sofort bemerkt und die Samen fortgetragen. Diese Samen sind viel größer als die von anderen epiphytischen Orchideen; an beiden Seiten sind sie lang ausgezogen, das distale Ende ist kolbenförmig angeschwollen, und die Zellen dieses Teiles sind mit sehr großen Öltropfen dicht gefüllt. Wir haben hier also ein sehr merkwürdiges und bei einer Orchidee unerwartetes Elaiosom. In den übrigen Zellen befinden sich auch wohl Öltropfen, aber diese sind klein und nur gering an Zahl.

Die Samen von mehreren anderen Orchideen habe ich auf Öl untersucht, in einigen findet man wohl etwas Öl, es ist aber dort immer nur spärlich vorhanden.

3. Gesneriaceae:

*Aeschynanthus angustifolia* ist sehr häufig in Nestern von *Crematogaster baduvi.* Sie hat äußerst kleine Samen mit je einem langen Haar an beiden Seiten. In den Zellen, aus denen die Haare bestehen, sitzen viele Öltropfen; außerdem sind auch die Zellen der Samenwand reich an Öl. Diese Pflanze kommt gleichfalls in Nestern von *Crematogaster baduvi* vor; sie findet sich aber auch an vielen Stellen freilebend, wobei man dann nicht mehr sicher feststellen kann, ob die Pflanze früher in Ameisennestern ihre Entwicklung begonnen hat oder nicht. Die andere Art kenne ich nur aus Ameisennestern.

Mehrere *Aeschynanthus*-Arten kommen auf Java vor, die nicht in Ameisennestern leben. Ich habe die Samen von *Aeschynanthus Horsfieldii* R Br., *pulchra* Don. und *radicans* Jack. untersucht und darin kein Öl gefunden. Bei den Ameisen niedergelegte Samen wurden auch nicht von diesen verschleppt und ebensowenig die Samen von *Agalmyla parasitica* Ktze., einer ebenfalls epiphytischen oder hemi-epiphytischen Gesneriacee mit Flugsamen.

4. Asclepiadaceae:

In den Samen von *Dischidia nummularia* und *Rafflesiana*, die in den Nestern von *Iridomyrmex* vorkommen, habe ich schon früher

ölhaltige Zellen gefunden. Diese liegen nicht nur in einem kammförmigen Gebilde, sondern auch die Epidermiszellen des Samens sind reich an Öltropfen. Auch bei *Dischidia punctata*, die eine sehr häufige Erscheinung in den Nestern von *Crematogaster* ist, sind alle Wandzellen des Samens reich an Öl. Die Samen von *Dischidia benghalensis*, einer Pflanze, die in Ameisennestern vorkommt, aber im botanischen Garten von Buitenzorg auch außerhalb dieser eine häufige Erscheinung ist, enthalten viel Öl.

Samen von *Dischidia punctata* wurden durch Behandlung mit Benzin ölfrei gemacht und dann durch Alkohol und Wasser gereinigt. Diese Samen wurden von den Ameisen nicht angenommen; man ist aber nie sicher, daß durch diese Behandlungsweise die Samen nicht einen Geruch oder Geschmack bekommen, der den Ameisen widerwärtig ist.

*Hoya lacunosa* kommt fast in allen Nestern von *Crematogaster* vor, auch die Samen dieser Pflanze sind sehr ölreich. Die Früchte von *Hoya pubera*, die nur von einigen Fundstellen bekannt sind, und zwar nur aus Nestern von *Iridomyrmex*, habe ich noch nicht gefunden. Es gibt noch mehrere *Hoya*-Arten, die in Ameisennestern vorkommen oder darin ihre Entwicklung beginnen; doch konnte ich die Früchte dieser Arten auch noch nicht finden.

Eine im Urwald im Gebirge nicht mit Ameisen zusammenlebende *Dischidia*-Art, nämlich *Disch. lanceolata* Bl., enthält dagegen kein Öl in den Samenwandzellen, wohl viele Kristalle.

Das Öl ist bei den *Hoya*- und *Dischidia*-Arten immer in den oberflächlichen Zellen der Samen und in einem Elaiosom, niemals in den Flughaaren vorhanden, wie das bei den in Ameisennestern lebenden *Aeschynanthus*-Arten sehr wohl der Fall ist.

5. Rubiaceae:

*Myrmecodia echinata* und *Hydnophytum formicarum* kommen immer zusammen mit *Iridomyrmex* vor. Die Früchte dieser beiden Ameisenepiphyten sind orangefarbige Beeren oder besser Scheinbeeren, mit 2—4 flachen Samen. Die Zellen der Samenschale sind außerordentlich reich an Öltropfen, und außerdem sind merkwürdigerweise auch die Zellen des weichen Fruchtfleisches mit großen Öltropfen gefüllt. Außerdem enthält das Fruchtfleisch auch noch Zucker. Wahrscheinlich werden die Früchte auch wohl von Vögeln gefressen, aber ich habe nicht untersuchen können, ob die von den Vögeln wieder ausgeworfenen Samen noch Öl enthalten und noch keimfähig sind. In meinem Gewächshaus züchte ich eine Pflanze von *Hydnophytum*, die fortwährend Früchte bildet. Diese können

nicht von Vögeln weggenommen werden, da das Gewächshaus durch Eisendrahtgitter gegen Vögel geschützt ist, aber die Ameisen versammeln sich bald bei den reifen Früchten und verschleppen die Samen, nachdem sie erst die Früchte zerstückelt haben.

Alle von mir untersuchten Ameisenepiphyten haben ölreiches Gewebe an der Oberfläche der Samen und zum Teil auch der Früchte oder der Sporangien, und sie gehören also zu den Myrmekochoren im Sinne SERNANDERs[1]). Auf diese Weise ist eine ungezwungene Erklärung gegeben, warum diese Pflanzen in den Ameisennestern oder in ihren Straßen vorkommen oder darin ihren Ursprung nehmen. Auch ULE gibt an, daß die Ameisen die Samen von den amerikanischen Ameisenepiphyten aussäen. Er behauptet, daß die Tiere es tun, um später Vorteil davon zu haben. WHEELER[2]) meint, daß die Ameisen die Samen wahrscheinlich ihrer Elaiosomen wegen verschleppen, daß die Samen aber mehr noch durch den Wind verbreitet werden. Die brasilianischen Ameisenepiphyten besitzen jedoch Beerenfrüchte, die nicht durch den Wind verbreitet werden können. Nähere Untersuchungen der Früchte und Samen der brasilianischen Ameisenepiphyten wären sehr erwünscht.

Die javanischen Arten sind zum größten Teil gleichzeitig anemochor und myrmekochor, nur die beiden *Rubiaceae* tragen Beerenfrüchte. Die Ameisen verschleppen die Samen oder Sporangien nach ihren Nestern und Gängen, ein Teil dieser Samen keimt, und von diesen gekeimten Samen bleibt nur eine geringe Zahl am Leben, so daß schließlich meist nur noch einige wenige Pflanzen in einem Nest übrigbleiben. Später können einige Arten auch selbständig weiter wachsen, während andere fortwährend von den Ameisen bewohnt bleiben, weil sie darin ein Unterkommen und oft auch Nahrung finden, ohne damit sagen zu wollen, daß diese Pflanzen ohne die Ameisen nicht leben könnten.

Die Hypothese, daß die Ameisen den Pflanzen Schutz gegen Feinde bieten, kann man auch für diese Gruppe von Ameisenpflanzen fallen lassen. Diese beiden Pflanzenameisen sind nicht sehr agressive, nicht sehr bissige oder gefährliche Tiere, und sie werden, falls sie nicht in großen Mengen zusammenleben, von anderen Ameisenarten oft vertrieben. Man hat dann oft darauf hingewiesen, daß man die Ameisen doch nicht gänzlich als Pflanzenschützer abweisen kann, da es Ameisenarten in den Tropen gibt, die sehr gefährlich sind,

---

1) R. SERNANDER, Entwurf einer Monographie der europ. Myrmekochoren. Upsala, 1906.

2) W. M. WHEELER, Ants. New Vork, 1910, S. 315.

und man führt dann gern an, daß die Eingeborenen Ameisennester in ihren Fruchtbäumen befestigen, da die Ameisen dann die schädlichen Raupen oder andere Feinde vertreiben; aber die Ameise, die hierzu verwendet wird, ist die sehr bissige und raubsüchtige rote Baumameise *Oecophila smaragdina* F. Es gibt unter den Hunderten in den Tropen lebenden Ameisenarten sehr viel Unterschiede im

Temperament, man darf nicht alle Ameisen einander in dieser Hinsicht gleichsetzen. Man hat in diesen Fragen viel zu viel mit dem Begriff „Ameise“ gearbeitet, ohne die Tiere selbst genau zu studieren. Genau so, wie man es früher beim Studium der Bestäubung durch Vögel getan hat; auch dabei hat man zu viel mit dem Begriff „Vogel“ gearbeitet. Die in den letzten Jahren erschienenen schönen Untersuchungen auf diesem Gebiet von PORSCH[1]) haben uns gelehrt,

1) O. PORSCH, Vogelblumenstudien I. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. LXIII, 1924, S. 554, u. a.

daß man jede Vogelart oder jede Vogelgruppe für sich in ihrem Verhältnis zu den Blumen, eigentlich auch hier zu jeder Blume oder Blumengruppe, studieren muß.

Als Illustration eines javanischen Ameisengartens ist eine Photographie beigefügt, die in der Nähe des botanischen Gartens zu Buitenzorg gemacht worden ist. Das schwarze Nest von *Crematogaster baduvi* befindet sich teilweise unter Pflanzenteilen versteckt unterhalb der Verzweigung eines kleinen Mango-Baumes. Rechts ist darin eine junge Pflanze der Ameisen-Orchidee *Acriopsis javanica* entwickelt. Die hängenden und schlingenden Triebe mit den kleinen Blättern gehören zum größten Teile zu *Dischidia punctata*, die längeren, zugespitzten Blätter im Zentrum sind die von *Hoya lacunosa*.

---

## 10. Erich Kreuter: Chromosomenstudien bei den Galegeen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 14. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Seit dem Frühjahr 1928 arbeite ich unter Leitung von Herrn Professor TISCHLER an der karyologisch-systematischen Untersuchung der Galegeen. Schon seit langem sind gerade die Leguminosen Gegenstand zahlreicher karyologischer Untersuchungen gewesen, und eine beachtliche Einheitlichkeit in den chromosomalen Verhältnissen haben bereits heute schon gewisse Gruppen der Leguminosen gezeigt. So haben die Untersuchungen von BLEIER (1925), KARPECHENKO (1925), WEXELSEN (1928) bei *Trifolium* und neuerdings auch die von GHIMPU (1928) an zahlreichen *Medicago*-Arten für die Trifolieen sehr schön die Haploidzahlen 7 und 8 und ihre Vielfachen ergeben. Auch für die Phaseoleen scheint nach den bisherigen Untersuchungen von KARPECHENKO (1925) eine Reihe mit der Zahl 11 festzustehen. Eine Sechser- und Siebener-Reihe für die Vicieen wurde von SAKAMURA (1920), NIKOLAJEWA (1924) und SWESCHNIKOWA (1925) gefunden.

Es erschien infolgedessen von besonderem Interesse, für die artenreichste Gruppe der Leguminosen, für die Galegeen, karyologisch-systematische Untersuchungen anzustellen, denn diese umfassen habituell besonders verschiedene Pflanzen. Von den Bäumen über die Sträucher bis zu den Kräutern sind alle morphologischen Typen vertreten.

In bezug auf die chromosomalen Verhältnisse sind von den Galegeen bereits *Astragalus mollis* von Frl. KACHIDZE (1925) und *Wistaria* von Frl. ROSCOE (1927) untersucht worden. Bei den untersuchten Arten sind haploid 8 Chromosomen gefunden worden. Ebenfalls einen achtzahligen haploiden Chromosomensatz konnte ich jetzt feststellen in den Untergruppen der Tephrosiinae, Coluteinae und Astragalinae und zwar bei

*Galega orientalis*,
„ *officinalis* (mit großer Wahrscheinlichkeit),
*Calophaca wolgarica*,
*Astragalus monspessulanus*,
„ *falcatus*,
*Astragalus galegiformis*,
„ *vulpinus*,
„ *baeticus*,
„ *desamus*,
*Biserrula pelecinus*,
*Glycyrrhiza echinata*.

Neben der Grundzahl 8 scheint auch bei bestimmten *Astragalus*-Arten Polyploidie vorzukommen.

Aus der Untergruppe der Indigoferinae fand ich bei *Indigofera Gerardinia* haploid 24 Chromosomen und aus der Untergruppe der Psoraleinae bei

*Psoralea glandulosa*,
„ *bituminosa*,
„ *palaestina*

diploid ca. 20 Chromosomen.

In allen bis jetzt untersuchten Arten ist der Verlauf der Reduktionsteilung völlig normal. Relativ kurz scheint das Synapsisstadium zu sein, denn nur selten konnte unter den zahlreich angefertigten Schnitten Synapsisknäuel gefunden werden. In der Diakinese legen sich die Chromosomen paarweise parallel zusammen. Ringbildungen der Gemini wurden in der Diakinese bis jetzt nicht beobachtet. Nach der Metaphase gehen die Chromosomen gleichmäßig in die Spindelfasern und wandern einheitlich ohne Nachzügler zu den Polen. Die Pollenbildung erfolgt nach der „Furrowing"-Methode, wie sie von FARRS (1916) zum erstenmal klargelegt wurde.

Aus der Untergruppe der Robinieen wurde bis jetzt nur *Robinia pseudacacia* untersucht und bei ihr in den Pollenmutterzellen 10 Chromosomen gefunden. Auch hier verläuft die Reduktionsteilung in derselben Weise.

*Robinia hispida* weicht darin sehr von *R. pseudacacia* ab, und der völlig unregelmäßige Verlauf der Reduktionsteilung bei dieser Art läßt es möglich erscheinen, daß wir es hier mit einem Bastard zu tun haben.

Wenn auch die bis jetzt angestellten Untersuchungen ebenfalls für die Galegeen eine gewisse Einheitlichkeit in den chromosomalen Verhältnissen ergeben haben, und die Achter- Reihe besonders klar bei den Astragaliniae vorzuherrschen scheint, so hat sich doch auch in bestimmten Gattungen offenbar eine abweichende Grundzahl herausgebildet. Einzelheiten kann ich freilich hier noch nicht angeben. In meiner ausführlichen Arbeit, die auch die Ergebnisse der Untersuchungen der anderen Untergruppen bringen wird, gedenke ich auf die ganze Frage und ihre Bedeutung für die Systematik zurückzukommen.

Kiel, Botanisches Institut, 12. Januar 1929.

---

## 11. Friedrich Hustedt: Untersuchungen über den Bau der Diatomeen, VII—VIII.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 15. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

### VII. Weitere Untersuchungen über die Kanalraphe der *Nitzschioideae*.

Im V. Teil dieser „Untersuchungen" (diese Berichte, Bd. 46, S. 157) habe ich nachgewiesen, daß die zu den Nitzschioideen gehörige Gattung *Hantzschia* in ihrer Kanalraphe noch insofern Anklänge an die Naviculeen aufweist, als einige Arten noch im Besitze von Zentralporen sind. Ich habe dabei die Vermutung ausgesprochen, daß wahrscheinlich noch weitere Arten auch der Gattung *Nitzschia* i. e. S. derartige Zentralporen aufweisen, eine Annahme, die durch die nachfolgenden Mitteilungen bestätigt wird. Ehe ich auf die Arten der Gattung *Nitzschia* selbst eingehe, will ich die Verhältnisse bei einer verwandten Gattung schildern, die sich nur durch die Symmetrie der Zellen von *Nitzschia* unterscheidet.

*Gomphonitzschia* Grunow. Die Gattung wurde im Jahre 1868 bei der Bearbeitung der von der „Novara" mitgebrachten Materialien veröffentlicht und umfasst heute zwei Arten, *G. Ungeri* Grun. und *G. Clevei* Grun. (Vgl. A. SCHMIDT, Atlas der Diatomeenkunde, Taf. 332, Fig. 25—29 und Taf. 333, Fig 12—15). Die Zellen sind keulenförmig, so daß sie sich von den übrigen Nitzschien durch die heteropole Apikalachse und die damit verbundene

Asymmetrie zur Transapikalebene unterscheiden. Im übrigen sind auch bei *Gomphonitzschia* die Schalen gekielt, der Kiel liegt exzentrisch, die beiden Schalen einer Zelle sind diagonalsymmetrisch. *Gomphonitzschia Clevei* erreicht eine Länge von etwa ½ mm und ist deshalb für weitere Untersuchungen besonders geeignet. Die Schalen besitzen beiderseits des Kiels transapikal verlaufende Rippen, von denen etwa 5—7 auf 10 μ kommen, zwischen ihnen stehen ungleich zartere, fein punktierte Querstreifen. In Kiellage der Schale (Fig. 1a) erkennt man leicht die großen, rundlichen Porentüpfel und den darüber liegenden, zart gezeichneten Raphenspalt. Zwischen der Schalenmitte und dem breiteren Ende, also entgegen den meisten übrigen Befunden dem Kopfpol erheblich genähert, ist der Raphenspalt unterbrochen und zeigt deutliche, etwa 1 μ voneinander entfernte Zentralporen. Sie sind in günstiger Lage auch in Gürtelbandansicht (Fig. 1b) der Zelle zu erkennen. Der Kiel erscheint dann kaum merklich eingedrückt und die zentralen Raphenenden sind leicht seitlich verschoben, zwischen den Zentralporen ist der schwache Rest eines Zentralknotens sichtbar. Die vor ihm stehenden Rippen sind verkürzt.

Bei *Gomphonitzschia Ungeri* Grun., die in ostafrikanischen Gewässern ziemlich verbreitet ist, liegen die Verhältnisse wesentlich ungünstiger, da die Art meistens nur etwa 30 μ lang und ziemlich zart gebaut ist. Der Kiel zeigt jedoch ebenfalls die bei der vorigen Art erwähnte Einschnürung und deshalb glaube ich, daß auch *G. Ungeri* Zentralporen besitzt, die unter Umständen auch bei Präparation in stark brechenden Medien sichtbar werden. Damit rückt aber die Gattung *Gomphonitzschia* ganz in die Nähe der Gattung *Rhopalodia*, die insbesondere in den Arten mit heteropoler Apikalachse durchaus ähnliche Verhältnisse zeigt.

*Nitzschia longissima* (Bréb.), RALFS, A. S. Atlas, Taf. 335, Fig. 1, 2. Zellen und Schalen sind bei dieser Art in der Mitte stark aufgetrieben und gegen die Pole lang schnabelartig vorgezogen. Der Kiel liegt stark exzentrisch und ist in der Mitte der Schalen deutlich eingeschnürt (in Gürtelbandansicht!). In Kiellage (Fig. 3a) sind Raphenspalt und Tüpfel leicht sichtbar, die Tüpfel sind jedoch ziemlich klein, mit Ausnahme des mittleren, der in der üblichen Weise langgestreckt und größer ist. Über diesem zentralen Tüpfel ist der Raphenspalt wiederum unterbrochen, allerdings nur auf eine äußerst kurze Strecke. Die Zentralporen treten scharf hervor, sind aber nur etwa ½ μ voneinander entfernt. Zwischen ihnen ist ebenfalls noch der Rest eines Zentral-

knotens zu erkennen, während die Endknoten (Fig. 3b) bei dieser Art deutlicher, wenn auch sehr klein sind. Bei der Betrachtung einer Schale von der Innenseite traten die unter der Raphe liegenden Tüpfel als deutliche Öffnungen an der inneren Kanalfläche hervor.

*Nitzschia ventricosa* Kitton, A. S. Atl. Taf. 335, Fig. 4 (vgl. Bemerk. Taf. 350). Die Art ähnelt der vorigen und unterscheidet sich im wesentlichen durch den Besitz von transapikalen Rippen. Der Raphenspalt ist im mittleren Teil etwas einwärts abgebogen, so daß die Zentralporen auch in Gürtelbandlage sichtbar sind (Fig. 2). Sie liegen auch bei dieser Art sehr nahe beieinander, nur etwa $\frac{1}{2}$ $\mu$ voneinander entfernt. Der Rest des Zentralknotens ist aber deutlicher ausgeprägt als bei *N. longissima*.

*Nitzschia tryblionella* Hantzsch, A. S. Atl. Taf. 332, Fig. 14, zeigt in der Mitte des stark exzentrisch gelagerten Kiels eine deutliche Einschnürung, in der man bei genügend starker Vergrößerung die etwas einwärts gesenkten, auch hier dicht beieinander liegenden Zentralporen erkennt (Fig. 5a). In Kiellage (Fig. 5b) sind sie sehr schwer, nur in günstigster Lage sichtbar. Man bedarf zu ihrer Erkennung eines lichtstarken, etwa 15 fach vergrößernden Okulars, da schwächere Okulare die Poren meistens nicht genügend voneinander trennen, um vom Auge als zwei Punkte aufgefaßt zu werden, während andererseits stärkere Okulare die Konturen wieder verwischen. Überhaupt sind bei allen diesen Untersuchungen die beste Optik und eine einwandfrei arbeitende Mikrometerschraube wesentliche Bedingungen.

*Nitzschia circumsuta* (Bail.) Grun., A. S. Atl. Taf. 330, Fig. 1; schon diese von mir 1921 veröffentlichte Abbildung bringt die Zentralporen, ohne daß ich seinerzeit näher auf diese Sache eingegangen bin. Sie sind hier viel leichter sichtbar als bei der vorigen, verwandten Art und deutlich schalenwärts abgebogen, so daß sie besonders in breiter Schalenansicht zu erkennen sind (Fig. 4). In ähnlicher Weise treten sie auch bei *Nitzschia Kittlii* Grun. auf (A. S. Atl. Taf. 347, Fig 15—17).

Es dürfte sich erübrigen, weitere Fälle heranzuziehen, da durch die hier untersuchten Arten bewiesen ist, daß tatsächlich innerhalb der Gattung *Nitzschia* i. e. S. Arten vorhanden sind, die noch Zentralporen in der Kanalraphe besitzen. Wichtiger ist dagegen die Frage, ob überhaupt bei den Nitzschioideen Formen vorkommen, denen die Zentralporen völlig fehlen, oder ob sie bisher übersehen sind. Zur Beantwortung dieser Frage genügt ebenfalls die Untersuchung einiger Arten der formenreichen Gattung,

ich habe nur drei robuste Formen herausgegriffen: *Nitzschia scalaris* (E.) W. Sm., *N. sigma* W. Sm. und *N. granulata* Grun. (Fig. 6). In allen drei Fällen ließ sich der Raphenspalt deutlich ohne Unterbrechung von einem Schalenende zum andern verfolgen, Zentralporen sind nicht vorhanden. Es steht somit fest, daß bereits innerhalb der *Nitzschioideae* eine Reduktion der Knotensysteme mit ihren Porenkanälen erfolgt ist, ob aber diese Reduktion schon eine endgültige ist, wie ich nach den ersten Befunden bei *Hantzschia* vermuten mußte, werde ich im nächsten Abschnitt erörtern. Welche Arten der Gattung *Nitzschia* Zentralporen besitzen oder nicht, ist vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus betrachtet belanglos. In der Regel ist das Vorhandensein der Poren an eine Einschnürung des Kiels gebunden, so daß wir wahrscheinlich annehmen können, daß die eingeschnürten Arten Poren besitzen, während sie den übrigen Formen fehlen; eine allgemeine Gültigkeit kann dieser Satz jedoch wenigstens vorläufig nicht beanspruchen.

## VIII. Untersuchungen über die Kanalraphe der Gattung *Surirella*.

Durch meine Beobachtungen an den *Epithemioideae* und *Nitzschioideae* ließ sich ein ziemlich lückenloses Bild über die entwicklungsgeschichtlichen Wandlungen gewinnen, denen das für die meisten pennaten Diatomeen charakteristische Raphesystem unterworfen war. Völlig ungeklärt blieb aber bis jetzt der Zusammenhang mit den *Surirelloideae*, die plötzlich statt der einfachen eine doppelte Raphe, je eine an jedem Schalenrand, anscheinend zwei voneinander getrennte Raphensysteme aufweisen. Wie ist dieser Besitz einer „doppelten" Raphe zu erklären? Daß zur Beantwortung der Frage nur kritische, von den übrigen Arten abweichende Formen herangezogen werden konnten, war zunächst selbstverständlich, und so griff ich ohne weitere Überlegung zu zwei Spezies, die von einigen Autoren in die fragliche Gattung *Plagiodiscus* Grun. u. Eulenst. gebracht wurden, von der aber A. SCHMIDT sagt, daß „*Plagiodiscus* nichts weiter als eine nierenförmige *Surirella* sei", während VAN HEURCK die betreffenden Arten gar nur als Anomalien gewisser *Surirella*-Arten auffassen wollte. Beide Autoren ließen sich aber lediglich durch Äußerlichkeiten zu ihrer Ansicht verleiten, und ich werde zeigen, daß die Dinge in Wirklichkeit ganz anders liegen und für die inneren Zusammenhänge zwischen den Nitzschioideen und Surirelloideen von ausschlaggebender Bedeutung sind. Von den beiden in Frage kommenden Arten untersuchte ich zuerst die robustere *Surirella*

*Neumeyeri* Jan. (A. S. Atl. Taf. 56, Fig. 1). Ich fand, was ich suchte: Auch *Surirella Neumeyeri* besitzt eine Kanalraphe mit Zentralporen. Mir lagen rezente Individuen von Neapel und Samoa, sowie fossile von Szent Peter (Ungarn) vor, die alle den gleichen Bau zeigten. Die Zellen besitzen eine bogig gekrümmte Apikalachse und sind an einem Pol der Transapikalachse stark eingeschnürt, während die gegenüberliegende Gürtelbandseite gleichmäßig konvex ist. Dementsprechend sind auch die Schalen an einer Langseite eingeschnürt, und im inneren Winkel dieser Einschnürung lassen sich deutlich (schon mit einem starken Trockensystem!) die seitlich am Kiel eingesenkten Zentralporen erkennen (Fig. 7a). Von den Zentralporen wendet sich der Raphenspalt auf den Grat des Kiels und läuft am Schalenrand entlang, endet aber nicht, wie bei den übrigen pennaten Diatomeen, an den Polen der Apikalachse, sondern läuft über diese Pole hinaus und am andern Rande der Schale zurück, bis sich die beiden Äste der Raphe berühren. Wir haben also bei *Surirella Neumeyeri* nicht etwa eine verdoppelte, sondern lediglich eine verlängerte Raphe vor uns, und damit dürfte der Schlüssel für die Entstehung der scheinbaren Doppelraphe aller Surirellen gefunden sein. Die Möglichkeit dieser Verlängerung ist damit gegeben, daß der bei den Nitzschien in der Regel rhombische Transapikalschnitt bei den Surirellen zum Rechteck wird. Die Surirellen weisen infolgedessen einen scharf abgesetzten Schalenmantel auf, so daß eine rings um die Schale verlaufende Kante vorhanden ist, in der sich der Kiel oder Flügel auszudehnen vermochte. Ähnliche Bedingungen finden wir bei der Gattung *Hantzschia*, so daß sie unter Umständen als den *Plagiodiscus*-Formen nächstverwandte Gruppe in Frage kommt. An den aufeinanderstoßenden Raphenenden (Fig. 7b) ist der Kiel ebenfalls, wenn auch nur sehr wenig, eingezogen, und das „sekundäre Aufeinanderstoßen" ist hier so augenfällig, daß ich zuerst an einen Schalenbruch glaubte, bis mich die übrigen untersuchten Individuen von der konstanten Natur dieser Eigentümlichkeit überzeugten. Die sogenannten Flügel der Schalen sind bei der vorliegenden Art schwach entwickelt und weichen in ihrem Bau erheblich von den beschriebenen Flügeln der Süßwasserarten ab. Bei diesen greifen die Wellen der Valvarfläche auf die Flügel über und bilden in ihren Verlängerungen die Flügelkanäle bzw. die zwischen ihnen liegenden Fenster. Bei *Surirella Neumeyeri* stehen dagegen die Erhebungen der Valvarfläche in keiner Beziehung zu den Flügelkanälen, sondern diese

Verbindungskanäle haben einen viel geringeren Durchmesser, aber an Zahl sind erheblich mehr vorhanden. Dadurch ähneln diese Flügel viel mehr den Nitzschiakielen, und die vermeintlich teratologische einseitige Einschnürung der Zellen ist eine hier in verstärktem Maße auftretende Wiederholung der mit Zentralporen ausgestatteten eingeschnürten Nitzschioideen. Das hier beschriebene abweichende System der Flügelkanäle ist nicht etwa auf *Surirella Neumeyeri* beschränkt, sondern findet sich bei der weitaus größten Zahl aller marinen Surirellen wieder, ohne daß diese Eigentümlichkeit bisher besondere Beachtung fand. Besonders charakteristisch sind meine Abbildungen von *Surirella Kolbei* Hust. in A. S. Atl. Taf. 368, Fig. 1—3, ferner von *S. gallapagensis* Hust. Taf. 359, Fig. 1, *S. hybrida* Grun. Taf. 359, Fig. 2, 3, *S. taeniata* Hust. Taf. 359, Fig. 8, *S. toamasinensis* Hust. Taf. 361, Fig. 1, *S. solida* Hust. Taf. 361, Fig. 3, 4, *S. imperfecta* Hust. Taf. 361, Fig. 5, auch der Formenkreis von *S. fastuosa* E. gehört hierher.

Dieselben Verhältnisse, nur etwas zarter, zeigt auch die andere zu *Plagiodiscus* gehörige Art *Surirella reniformis* Grun. Die Schalen sind ebenfalls nierenförmig, und im inneren Winkel der Einschnürung sind wiederum die beiden Zentralporen deutlich zu erkennen. Der sehr schwach ausgebildete Kiel ist auch an der gegenüberliegenden Seite an den zusammentreffenden Raphenenden leicht eingezogen. Das beiden *Plagiodiscus*-Formen gemeinsame, sie aber von den übrigen Surirellen unterscheidende Merkmal im Raphenbau liegt also darin, daß die Unterbrechungen des Raphenspaltes an den Polen der Transapikalachse liegen, und daß beide Unterbrechungen verschieden ausgebildet sind, an der konkaven Schalenseite als Zentralporen, an der konvexen als zusammenstoßende Endporen. An den Polen der Apikalachse weist die Raphe keine Unterbrechung auf. Es ist daher jetzt die Frage zu beantworten, wie die Abweichungen bei den eigentlichen *Surirella*-Arten zu erklären sind, bzw. in welchen Richtungen eine Variation oder Entwicklung der bei *Plagiodiscus* festgestellten Raphenanlage möglich ist.

M. E. kommen für eine derartige Variation nur zwei Wege in Betracht: 1. Die bei *Plagiodiscus* heteropole Transapikalachse wird zu einer isopolen Achse und die an ihren Enden liegenden Rapheunterbrechungen werden gleichmäßig ausgebildet. 2. Es findet eine Verlagerung der Rapheunterbrechungen von den Polen der Transapikalachse an die Pole der Apikalachse statt. Bei den Arten der Gattung *Surirella* sind beide entstehenden Typen

vertreten, so daß also beide Variationen tatsächlich eingetreten sind. Als Beispiel für die erste Variation schließt sich *Surirella baldjickii* Norm. unmittelbar an *Plagiodiscus* an. Die Schalen sind sohlenförmig, an den Polen der Apikalachse breit abgerundet, an beiden Polen der Transapikalachse stark, aber gleichmäßig eingeschnürt, alle Achsen sind isopol. An beiden Polen der Transapikalachse ist die Raphe unterbrochen und besitzt so zwei Paar deutlich erkennbarer Poren (Fig. 8). Nach den Befunden bei *Plagiodiscus* muß ein Paar dieser Poren auf die Zentralporen, das andere auf die Endporen zurückgeführt werden, eine Unterscheidung ist aber bei *Surirella baldjickii* infolge der völligen Isopolarität nicht mehr möglich! Entsprechend der Reduktion der Zentralporen bei vielen Nitzschioideen würde das Ziel der Entwicklung dieser Variation auch bei *Surirella* die völlige Reduktion der Poren sein müssen, so daß eine Raphe resultieren würde, die ohne Unterbrechung rings um die Schale verläuft. Ob solche sich an *S. baldjickii* anlehnenden Formen tatsächlich vorkommen, habe ich vorläufig nicht nachgeprüft. Vermutlich ging aber die Reduktion der Poren an den Polen der Transapikalachse mit dem Auftreten von Unterbrechungen an den Polen der Apikalachse Hand in Hand, und damit komme ich zur zweiten Variationsmöglichkeit, zur Verlagerung der Poren.

Von wenigen – den oben beschriebenen und noch einigen anderen — Ausnahmen abgesehen, sind die Flügel der *Surirella*-Arten nicht an den Polen der Transapikalachse, sondern an denjenigen der Apikalachse unterbrochen, mag die Zelle im übrigen transapikal eingeschnürt sein oder nicht. Diese Unterbrechung äußert sich darin, daß kurz vor den Polen die Flügel mehr oder weniger schnell an Höhe abnehmen und schließlich in der Schalenkante endigen. Dabei bleibt zwischen beiden Flügeln einer Schale entweder ein größerer Raum vorhanden, wie z. B. am Kopfpol von *Surirella chinensis* Brun (A. S. Atl. Taf. 362, Fig. 2) und noch mehr bei *S. hians* Hust. (Taf. 365, Fig. 1), oder die beiden Flügelenden stoßen unmittelbar aneinander, wie es bei der Mehrzahl der Arten der Fall ist. Ob mit diesen polaren Einschnürungen der Flügel unbedingt auch Unterbrechungen des Raphenspaltes verbunden sind, ist möglich, kann aber nicht ohne weiteres für alle Arten vorausgesetzt werden; bei manchen Arten scheint der Raphenspalt des einen Flügels unmittelbar in den des andern überzugehen. Poren waren jedenfalls nur in einigen Fällen mit Sicherheit festzustellen, sind allerdings auch nur in bestimmter Lage und gewöhnlich sehr schwer sichtbar. Deutliche Poren fand

ich bei *Surirella multicostata* Castr. (am Fußpol! Fig. 9), *S. curvifacies* Brun. (an einem Pol der isopolen Valva!), *S. colombonensis* Leud.-Fortm. (an beiden Polen der ebenfalls isopolen Valva, nicht differenziert! Fig. 10). Daraus, daß Poren am Fußpol deutlicher entwickelt, größere Lücken in den Flügelpaaren dagegen auf den Kopfpol heteropoler Schalen beschränkt sind, läßt sich mit Sicherheit folgern, daß die entsprechenden Raphenenden weder morphologisch noch entwicklungsgeschichtlich völlig gleichwertig, sondern wie bei *S. baldjickii* in Anlehnung an die Verhältnisse bei *Plagiodiscus* auf die Zentral- bzw. Endporen zurückzuführen sind. In bezug auf die Raphenanlage ist also die Apikalachse der Mehrzahl der Surirellen morphologisch gleich der Transapikalachse bei *S. baldjickii*, *S. reniformis*, *S. Neumeyeri* und der Nitzschioideen. Dabei ist zu beachten, daß auch Zwischenformen innerhalb der Gattung vorkommen, bei denen die Unterbrechungen des Flügels bzw. die Poren weder an den Polen der Apikal- noch der Transapikalachse-, sondern zwischen beiden liegen, wie z. B. bei *S. curvifacies* Brun, *S. incurvata* A. S. und *S. deflexa* A. S., die uns die Möglichkeit der Verlagerung mit aller Deutlichkeit beweisen.

Die von mir gegebenen Beispiele würden in dieser oder jener Richtung vermehrt werden, wollte man die Untersuchungen auf die übrigen, zahlreichen Arten der Gattung *Surirella* ausdehnen, von denen schon in meiner Sammlung nahezu 200 Spezies vertreten sind. Eine derartige Arbeit war für den verfolgten Zweck überflüssig und ging über den Rahmen dieser Abhandlung hinaus. Die an Epithemien, Nitzschien und Surirellen gemachten Beobachtungen reichen aus, uns von dem Entwicklungsgang der Kanalraphe ein ziemlich lückenloses Bild zu geben, das zusammenfassend folgendermaßen charakterisiert sei:

1. Die Kanalraphe der Epithemien, Nitzschien und Surirellen ist auf die Navicularaphe zurückzuführen.

2. Sie ist entstanden durch kanalartige Erweiterung der die Zellwand pervalvar durchbrechenden Raphenebene, die in der Regel apikal verläuft und in eine Wandverdickung eingebettet ist.

3. Der bei der Kanalraphe vorhandene Raphenspalt entspricht dem äußeren Raphenspalt der Navicularaphe.

4. Der innere Spalt der Navicularaphe ist ersetzt durch eine Reihe größerer oder kleinerer Poren am inneren Kanalmantel.

5. Der bei den Epithemien an der Innenseite der Valva verlaufende Kanal wird bei den Nitzschien, besonders aber bei den Surirellen mehr und mehr nach außen gedrückt und auf den Grat eines Kiels oder Flügels verlagert. Dabei werden die Poren an

der Innenfläche des Kanals zu Röhrchen, den „Kielpunkten" oder „Flügelkanälen". Die biologische Folge der Verlagerung ist eine erheblich vergrößerte Bewegungsfähigkeit dieser Diatomeen.

6. Die für die Navicularaphe charakteristischen Knoten mit ihren Porensystemen sind bei der Kanalraphe mehr oder weniger reduziert. Die Kanalraphe schließt jedoch das Vorhandensein von Zentral- oder Endporen nicht aus, im Gegenteil konnten solche Poren bei vielen Arten zweifelsfrei festgestellt werden. Die Reduktion dieser Poren ist unabhängig voneinander sowohl bei Nitzschien als auch bei den Surirellen erfolgt, ohne hier indessen bis jetzt völlig zum Abschluß gekommen zu sein.

Diesen aus meinen „Untersuchungen IV, V, VII, VIII" resultierenden Ergebnissen sind die folgenden, wichtigen und die ganze Sache zum Abschluß bringenden Sätze hinzuzufügen, die sich aus der vorliegenden Untersuchung ergeben:

7. Die Verdoppelung des Raphesystems bei den Surirelloideen ist nur eine scheinbare. In Wirklichkeit handelt es sich bei jeder Schale um die beiden Äste eines einzigen Systems, die in der Richtung der Endporen bis zu deren mehr oder weniger vollständigen Berührung verlängert sind.

8. Die Zentralporen lagen ursprünglich an einem Pol der Transapikalachse, so daß die Verlängerung über die Pole der Apikalachse hinaus erfolgte und durch die rechteckige Form der Transapikalebene begünstigt wurde.

9. Bei der Mehrzahl der Surirellen hat eine Verlagerung des Raphesystems stattgefunden, bei dem die Rapheunterbrechungen an die Pole der Apikalachse gerückt sind. Soweit die heteropolen Surirellen einen Schluß zulassen, scheinen die Zentralporen an den Fußpol verschoben zu sein.

---

**Figurenerklärung der Tafel III.**

Vergrößerung 2000fach. Seibert 2 mm Apochr., num. Ap. 1,40; perisk. Ocular 15×.

Fig. 1. *Gomphonitzschia Clevei.* Mittl. Teil der Valva, a) in Kiellage, b) in breiter Schalenansicht.
Fig. 2. *Nitzschia ventricosa.* Mittl. Teil der Valva in breiter Schalenansicht.
Fig. 3. *Nitzschia longissima.* a) Mittl. Teil der Valva, Kiellage. b) Ende der Valva.
Fig. 4. *Nitzschia circumsuta.* Mittl. Teil des Kiels in breiter Schalenansicht.

Fig. 5. *Nitzschia tryblionella.* Mittl. Teil des Kiels, a) in breiter Schalenansicht, b) in Kiellage.
Fig. 6. *Nitzschia granulata.* Mittl. Teil der Valva in Kiellage.
Fig. 7. *Surirella (Plagiodiscus) Neumeyeri.* Transapikale Schalenpole, a) mit Zentralporen, b) mit den zusammenstoßenden Endporen.
Fig. 8. *Surirella baldjickii.* Transapikale Schalenpole einer Valva.
Fig. 9. *Sur. multicostata.* Fußpol (apikal) einer Valva.
Fig. 10. *Sur. colombonensis.* Apikale Schalenpole einer Valva.
Die feinere Membranstruktur ist in allen Fällen nicht wiedergegeben.

---

## 12. H. Hesmer: Pollenanalysen eines glazialen Torfes bei Marsberg i. Westf.

### Beitrag zur diluvialen Waldgeschichte.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Im Jahrbuch 1927 der Deutschen Dendrolog. Gesellschaft wurde durch eine kurze Notiz des Grafen zu STOLBERG-Westheim auf das Vorkommen eines holz- und koniferenzapfenführenden Torfes bei Marsberg a. d. Diemel hingewiesen, der, ursprünglich von einer starken Lehmschicht überlagert, durch Ziegeleiarbeiten freigelegt sei. Die Vermutung, daß es sich um älteren als postglazialen Torf handele, wurde bei der ersten Besichtigung der Lagerstätte bestätigt. Bei der Seltenheit so alter Torfvorkommen schien daher seine Bearbeitung mit Hilfe der quantitativen Pollenanalyse wünschenswert. Es ist aber lediglich der Torf selbst untersucht worden, die genaue geologische Lagerung der Torfschicht dagegen außer Betracht gelassen, da hierüber von der angezeigten Bearbeitung des Karbon- und Devongebietes bei Marsberg durch die Preuß. Geol. Landesanstalt genauere Aufschlüsse zu erwarten sind.

Das Torflager befindet sich im südöstlichen gebirgigen Westfalen, etwa 1,5 km oberhalb der Stadt Niedermarsberg in etwa 275 m Höhe an der linken Seite der Diemel auf dem Abbaugelände einer Ziegelei. Die Höhen des umgebenden Berglandes reichen bis über 400 m, die anschließend weiter südlich gelegenen Höhen des rheinisch-westfälischen Schiefergebirges bis über 800 m. Das Gebiet wurde im Postglazial nur vom Laubholz eingenommen,

vornehmlich von Buche, daneben von Eiche. Das Klima, 7—800 mm Jahresniederschlag, ist atlantisch. An dem sanft zur Diemel abfallenden Hange oberhalb Marsberg ist nun durch Wegnahme einer 6—8 m starken Lehmdecke die Torfschicht freigelegt worden, die sich horizontal in Größe etwa eines halben Hektars erstreckt. Die größte Stärke der organisches Material enthaltenden Schicht beträgt 1 m, doch hat die Schicht nur auf geringem Teil annähernd diese Höhe. Die Stärke wechselt auf kurze Entfernungen zuweilen erheblich und beträgt oft nur einige dm; nach den Rändern zu keilt die Schicht teilweise aus. Unterlagert wird der Torf von einem sehr strengen hellen Ton. Er ist stark verfestigt; Moosstengel, Zweige und Zapfen sind flach in ihm zusammengepreßt. Die Torfschicht zeigt folgenden Aufbau: In der unteren Hälfte besteht der Torf aus Holz — Kiefer und Fichte vor allem, weniger Erle und Birke — in oft stärkeren Stücken und aus Wollgras. Wiegt, wie oft in der unteren Hälfte, der Anteil des Holzes vor, so ist der Torf von krümeliger Beschaffenheit; herrscht indessen der Wollgrasanteil vor, so zeigt der Torf eine Schichtung in dünne Platten. Noch ausgeprägter ist diese Schichtung in der oberen Hälfte, wo der Torf vorwiegend aus *Sphagnum*stengeln mit geringerer Wollgrasbeimischung besteht. *Sphagnum* ist in der unteren Hälfte des Torfes nicht zu finden; lediglich vereinzelte *Sphagnum*sporen finden sich auch in untersten Schichten. Holz ist in der oberen Hälfte der Torfschicht weniger enthalten, wenn aber, dann vorwiegend Birke. An Moosen ist in mittleren Schichten *Thuidium Blandovii* und *Hypnum stramineum*, in oberen *Polytrichum*, z. B. *strictum*, gering vorhanden. Durchweg ist der Torf der oberen Stufen unzersetzter als der der unteren. Häufig ziehen sich meist horizontale Tonbänder durch den Torf, die Stärken von einigen cm haben, aber auch einige dm messen können. Der Übergang von Torf zu Ton ist nicht immer scharf.

An vieren der Einschläge wurde je ein Probenprofil zur Pollenanalyse entnommen. Die einzelnen Stufen enthalten Material einer etwa 3 cm im Durchmesser großen Fläche der Stichwände. Zwei Drittel der Proben wurden in gewohnter Weise mit Kalilauge, der Rest wegen seines Tongehaltes mit Flußsäure behandelt. Ein Teil der unteren Stufen der Profile besteht aus grauem Ton ohne sichtbare organische Bestandteile, doch fanden sich auch hier noch zur Analyse genügende Pollenmengen.

Profil I. Die Stufen sind im Abstande von je 7,5 cm entnommen. Das gegen die Südseite der Torffläche entnommene Profil zeigt in seinen oberen und unteren Stufen grundverschiedenen

Pollengehalt. Die unteren Stufen haben geringeren Kiefern-, aber hohen Fichten- und Erlenpollenanteil und vor allem Linden- und Hasel- wie auch ganz vereinzelt Hainbuchenpollen, die in den oberen Stufen fehlen. Von der Stufe 4 an nach oben zeigt sich eine starke Verarmung der Pollenflora, der Kiefernpollen herrscht, und nur Fichten und Birkenpollen finden sich noch in geringer Menge.

Zähltabelle I.

| Stufe | *Pinus* % | *Picea* % | *Tilia* % | *Carpinus* % | *Betula* % | *Alnus* % | Baumholz | *Corylus* % | Gezählte Pollen | Präparate 18·18 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 97 | 1 | — | — | 2 | — | 100 | — | 100 | 1,3 |
| 11 | 98 | 2 | — | — | — | — | 100 | — | 100 | 1,— |
| 10 | 91 | 7 | — | — | 2 | — | 100 | — | 100 | 1,3 |
| 9 | 92 | 8 | — | — | — | — | 100 | — | 100 | 1,7 |
| 8 | 98 | 2 | — | — | — | — | 100 | — | 100 | 1,— |
| 7 | 92 | 5 | — | — | 3 | — | 100 | — | 100 | 1,8 |
| 6 | 94 | 6 | — | — | — | — | 100 | — | 100 | —,3 |
| 5 | 86 | 11 | — | — | 1 | 2 | 100 | — | 100 | 1,— |
| 4 | 63 | 25 | — | — | — | 12 | 100 | — | 100 | —,9 |
| 3 | 29 | 62 | 3 | 1 | — | 5 | 100 | — | 100 | —,4 |
| 2 | 13,8 | 50 | 6,4 | 1,1 | 1,1 | 27,7 | 94 | 6,4 | 100 | —,9 |
| 1 | 10,8 | 27,7 | 9,6 | — | — | 51,8 | 83 | 6 | 88 | 3,— |

Profil II ist 16 m nordwestlich von I entnommen. Die 11 Stufen haben einen Abstand von je 10 cm. Der Holz-Wollgrastorf ist in Profil II stärker als in I, der *Sphagnum*torf weit geringer. Die Vermutung, daß demnach an der Stelle der Entnahme von Profil II das Torflager so junge Schichten wie I nicht mehr enthält, wird durch die Pollenanalyse bestätigt; der Anteil des Kiefernpollenabschnittes in II ist verhältnismäßig geringer als in I. Sonst zeigen die Pollenspektren mit denen des Profils I recht gute Übereinstimmung. Die beiden unteren Stufen der Profile entsprechen einander völlig. Eine größere Stärke als in Profil I nimmt aber in II jene auch in I vorhandene Schicht ein, die nach Rückgang des Fichten- und Verschwinden des Lindenpollens noch Erlenpollen in einiger Menge führt. Die in Profil II sich daran anschließenden stärker Birkenpollen führenden Stufen fehlen in I. Diese Schichten dürften dort, wo Profil I entnommen ist, durch Überflutungen entfernt sein, denen das damalige Moor, wie die zahlreichen Tonbänder zeigen, ja oft ausgesetzt war.

Zähltabelle II.

| Stufe | *Pinus* % | *Picea* % | *Tilia* % | *Betula* % | *Alnus* % | Baumholz | *Corylus* % | Gezählte Pollen | Präparate 18·18 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 100 | — | — | — | — | 11 | — | 11 | 1,— |
| 10 | 96 | 1 | — | 3 | — | 100 | — | 100 | —,3 |
| 9 | 93 | 2 | — | 5 | — | 100 | — | 100 | —,8 |
| 8 | 61 | 2 | — | 35 | 2 | 100 | — | 100 | —,3 |
| 7 | 74,4 | 4,8 | — | 17,3 | 3,8 | 104 | — | 104 | —,4 |
| 6 | 80 | 8 | — | 4 | 8 | 100 | — | 100 | —,9 |
| 5 | 81 | 12 | — | 4 | 3 | 100 | 2 | 102 | —,8 |
| 4 | 79,1 | 19,1 | — | — | 1,8 | 110 | — | 110 | —,4 |
| 3 | 50 | 37,1 | 1 | 2 | 10 | 100 | — | 100 | —,3 |
| 2 | 19,4 | 47,2 | 1,9 | — | 31,5 | 108 | 2,8 | 111 | —,3 |
| 1 | 18,8 | 52,1 | 2,6 | 3,4 | 23,1 | 117 | 3,4 | 121 | —,2 |

Profil III. 30 m südwestlich von Profil I sind der hier 50 cm starken Torfschicht 3 Stufen entnommen, 1 dem Tone am Grunde, 2 und 3 20 bzw. 36 cm höher. Stufe 3, die vorwiegend noch aus Wollgras besteht, aber auch schon *Sphagnum*stengel in einiger Menge führt, ist der Torfschicht nicht zu oberst entnommen, da in den obersten 14 cm Störungen durch die dort direkt auf dem Torf stockende rezente Vegetation möglich schienen.

Zähltabelle III.

| Stufe | *Pinus* % | *Picea* % | *Tilia* % | *Betula* % | *Alnus* % | Baumholz | Gezählte Pollen | Präparate 18·18 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 97 | 2 | — | 1 | — | 100 | 100 | 1,— |
| 2 | 94 | 4 | — | 2 | — | 100 | 100 | —,6 |
| 1 | 81,3 | 15,2 | —,9 | 1,8 | —,9 | 112 | 112 | —,4 |

Die Pollenspektren lassen sich gut in die der beiden ersten Profile einfügen.

Profil IV liegt 5 m südlich von I. Der hier nur 40 cm starken Schicht sind wieder 3 Stufen entnommen, 1 am Grunde, 2 12 cm höher im Wollgras-Holztorf und 3 38 cm über dem Grunde im *Sphagnum*stengeltorf. Auch diese Pollenbefunde stimmen mit dem bisherigen überein. Nicht ganz dorthin gehörig erscheint

Profil I.

Profil II.

nach den Analysen der ersten 3 Profile der eine Lindenpollen in Stufe 2 und 3. Vielleicht könnten die Überflutungen, die nach Art der Toneinlagerungen am Orte des Profils IV besonders stark

Profil III.

Profil IV.

Zeichenerklärung der Profile I—IV.

Betula — Pinus — Alnus — Corylus — Tilia — Picea

Sphagnum-torf — Eriophorum-torf — Holz — Ton.

gewirkt haben müssen, das Vorkommen der beiden Lindenpollen in den oberen Schichten erklären; doch könnten die Ursachen auch im Moorwachstum selbst gelegen haben. In Stufe 1 fand sich ein Lindenpollen noch außerhalb der Zählung.

Zähltabelle IV.

| Stufe | *Pinus* % | *Picea* % | *Tilia* % | *Betula* % | *Alnus* % | Baum-holz | Ge-zählte Pollen | Prä-parate 18·18 mm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 96 | 2 | 1 | 1 | — | 100 | 100 | —,8 |
| 2 | 85 | 3 | 1 | 6 | 5 | 100 | 100 | —,5 |
| 1 | 67 | 28 | — | 1 | 4 | 100 | 100 | —,3 |

Die Ergebnisse dieser Pollenanalyse schließen ein postglaziales Alter des Marsberger Torfes völlig aus. Die an postglazialen Mooren der Gebirge Nordwestdeutschlands und Belgiens von ERDTMAN (3), OVERBECK (6), BUDDE (2) und dem Verfasser (5) ausgeführten Pollenanalysen haben auch für dieses Gebiet eine ganz andere, einheitliche Gehölzfolge erwiesen, die mit der des sonstigen mittleren und nördlichen Europas gleichsinnig ist. Ein spättertiäres Alter des Torfes scheint aber, soweit da eine bloße Besichtigung der Lagerungsverhältnisse entscheiden kann, keinesfalls in Frage zu kommen, vielmehr sprechen diese eindeutig für diluviales Alter. Die Waldentwicklung, wie sie sich im Marsberger Torfe dokumentiert, zeigt ja auch weitgehende Übereinstimmung mit an anderen diluvialen Torfen gemachten Befunden (1). Das Inlandeis selbst ist bis nach Marsberg nicht vorgedrungen; die Grenze der Vereisung zieht sich etwa 10 km nördlicher. Die Bildung des wahrscheinlich interglazialen Torfes beginnt vermutlich erst nach einem Klimaoptimum. Wie weit es allgemeine klimatische, wie weit besondere topographische Verhältnisse waren, die es verhinderten, daß sich schon früher Torf bildete, mag dahingestellt sein. In seinen untersten Stufen zeigt das Moor, wenn auch nur verhältnismäßig, artenreiche Pollenspektren, die nach oben hin immer einfacher zusammengesetzt sind. In den Zähltabellen der unteren Stufen, die Linden- und Haselpollen führen, fehlen die beiden anderen Komponenten des Eichenmischwaldes, Eiche und Ulme. Doch fand sich ein Eichenpollen noch außerhalb der Zählungen. Rotbuchenpollen wurde nicht gefunden, wohl aber einige Hainbuchenpollen. Auch Tannenpollen wurde nicht gezählt. Nach den Pollenbefunden läßt sich — von jenen Holzarten abgesehen, deren Pollen sich nicht erhält — auf die folgende Waldzusammensetzung und -entwicklung schließen. Zu Beginn der Torfbildung hatten Linde und Haselunterwuchs in den Talgründen einige Ausdehnung, Eiche fand sich hier, wenn überhaupt, so nur äußerst

vereinzelt, und Hainbuche wuchs zerstreut, während Erle zumal und Birke an ihnen zusagenden Standorten reichlicher vorkamen. Die Berge aber bedeckten ziemlich reine Fichtenwälder. Die Kiefer ist in diesem Stadium als in der Umgebung nur gering vorkommend zu betrachten. Der Kiefernpollen aller Stufen ist auf seine Zugehörigkeit zum *silvestris*- und *montana*-Typ untersucht worden. Zeigen die unteren Stufen nach Form und Ausmaß den *silvestris*-Typ vorherrschend, so tritt in den höheren Stufen der *montana*-Typ stärker hervor bzw. überwiegt. Das Vorkommen der Bergkiefer wurde auch durch Zapfenfunde belegt. Von gesammelten Kiefernzapfen — sie wurden ebenso wie Fichtenzapfen erst in den bei der Anlage von Einschlägen ausgeschaufelten Torfmassen gefunden, ließen also leider ihre Lagerung im Profil nicht mehr erkennen — wurden einige als der Form *mughus* der Bergkiefer zugehörig bestimmt. Nach längerer Dauer eines Waldes mit wärmeliebenden Bäumen setzt dann als Folge einer Klimaverschlechterung das Verschwinden dieser Holzarten und Verschiebung in der Häufigkeit der bleibenden ein. Die Fichte nimmt rasch sehr stark ab, Kiefern, *silvestris* und *montana*, wohl vertikal gegliedert, nehmen außer ihrem Platze auch fast allen übrigen ein. Nur noch die Birke kommt in meist geringer, wechselnder Menge vor. Die Erle, die auch nach dem Verschwinden von Linde und Hasel noch eine Zeitlang gedeiht, geht dann völlig zurück.

Die Zahl der diluvialen Ablagerungen, die die Buche bestimmt nicht führen (4), wird durch den Marsberger Torf wiederum um eine vermehrt. Ein diluviales Buchenvorkommen ist für Nord- und Mitteldeutschland bislang nur für Fahrenkrug in Holstein anzunehmen, wo C. A. WEBER (7) Buchenpollen und -holz in großer Menge fand.

Die Temperaturverhältnisse während der Bildung der unteren und oberen Schichten des Marsberger Torfes werden durch die wechselnde Waldzusammensetzung als verschieden gekennzeichnet. Während die unteren Schichten auf Temperaturen schließen lassen, die etwa auf der Höhe der heutigen liegen, müssen zur Zeit der Bildung der oberen Schichten subarktische Temperaturen geherrscht haben. Im übrigen ist das Klima der ganzen Periode als kontinental anzusehen, worauf während des wärmeren Abschnittes die Linde als Hauptlaubholzart und das Vorkommen von Hasel und Hainbuche und der Fichte in höheren Lagen, sowie das Fehlen der Buche hinweisen. Besonders wichtig ist aber das Vorkommen der heute ausgesprochen südöstlich verbreiteten Form *mughus* der Bergkiefer.

An Fossilien wurden im Torfe ganz vereinzelt *Carex*radizellen gefunden. Ericaceenpollen führten einzelne Stufen fast in derselben Menge wie Baumpollen, die meisten aber selten oder gar nicht. An Pollen wurden dann noch kleine bis 15 μ messende quercoide Körner in den unteren Schichten häufig gesehen, ebenso vereinzelt Umbelliferen- wie auch *fagus*ähnliche Pollen, die aber statt von kugeliger von länglicher Form waren. Pilzsporen, z. B. *Teleuto*sporen, fanden sich ebenso wie Mycel. Diatomeen wurden in einzelnen Grundstufen in größerer Anzahl verzeichnet. Die Stufen des wärmeren Abschnittes zeigten durchweg größeren Reichtum an Nichtholzpollen und Sporen als die der kälteren Periode. An tierischen Fossilien wurden außer Insektenresten die Spermatophoren von Copepoden, wohl *Canthocamptus*, im *Sphagnum*-torf einige Male gefunden, ebenda auch vereinzelt *Ditrema flavum*. Eier von *Macrobiotus* zeigten sich dagegen vereinzelt im unteren Torfe.

---

Für entgegenkommendste Unterstützung bei der vorliegenden Arbeit bin ich Dank schuldig den Herren Prof. Frhr. v. TUBEUF (Zapfenbestimmung), Graf zu STOLBERG-Westheim, Prof. v. LINSTOW, Garteninspektor MÖNKEMEYER-Leipzig und L. LOESKE-Berlin (Moosbestimmungen), sowie dem Besitzer des Untersuchungsgeländes Herrn NORDHEIMER-Marsberg.

Hann.-Münden, Bot. Institut der Forstl. Hochschule.

---

**Literatur.**

1. BERTSCH, K.: Eine frühdiluviale Flora im Stuttgarter Tal. Diese Ber. 1928.
2. BUDDE, H.: Pollenanalyt. Unters. d. Ebbemoore. Verhandlg. des naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande u. Westfalens. 1926.
3. ERDTMAN, G.: Vestiges de l'histoire quaternaire récente des forêts belges. Acad. Roy. de Belgique. Extr. de Bullet de la Classe des Siences. 1927.
4. FIRBAS, F.: Zur Waldentwicklung im Interglazial von Schladming a. d. Enns. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XLI. 2. Abt. 1925.
5. HESMER, H.: Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes. Zeitschr. für Forst- u. Jagdw. 1928.
6. OVERBECK, F.: Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. Zeitschr. f. Bot. 1928.
7. WEBER, C. A.: Über die diluviale Flora von Fahrenkrug in Holstein. ENGL. Bot. Jahrb. Band XVIII. 1894.

---

## 13. C. Wehmer: Notiz über Cumarin-Pflanzen.

(Eingegangen am 13. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Unter den rund 50 Phanerogamen, für die bislang Vorkommen von Cumarin angegeben wurde[1]), befinden sich 12 Kompositen: 5 *Eupatorium*-, 3 *Liatris*-, 2 *Ageratum*-Spezies, 1 *Chrysanthemum*- und 1 *Rudbeckia*-Art:

*Eupatorium aromaticum* L.,
*E. triplinerve* Vahl. (*E. Ayapana* Vent.),
*E. Dalea* Kth.,
*E. incarnatum* Walt.,
*E. africanum* Olv. et Hier. (?),
*Chrysanthemum segetum* L.,
*Liatris spicata* Willd.,
*L. odoratissima* Willd.,
*L. squarrulosa* Mich.,
*Ageratum brachystephanum* Sw. (*A. mexicanum* Sims.),
*A. conyzoides* L.,
*Rudbeckia speciosa* L.

Vielleicht sind nicht alle zweifelsfrei. 9 von diesen sind altbekannt, auch schon 1911 von mir aufgezählt[2]), VON LINGELSHEIM[1]) verzeichnete 1926 deren 8 (*E. aromaticum* fehlt hier, *Liatris squamulosa* ist wohl Druckfehler), hinzu kamen inzwischen *Ageratum conyzoides*[3]), *Chrysanthemum segetum*[4]) und *Rudbeckia speziosa*[4]). Neuerdings scheint aber VON LINGELSHEIM vier der älteren bezweifeln zu sollen[5]), weil er für sie einen Literaturbeleg in meinen „Pflanzenstoffen" zu vermissen glaubt[6]). Das geschieht m. E. zu

1) s. A. v. LINSINGEN, „Festschrift für TSCHIRCH", Leipzig (CH. H. TAUCHNITZ), 1926, 153.

2) „Die Pflanzenstoffe", Jena (G. FISCHER) 1911, 761—762.

3) GILDEMEISTER-HOFFMANN, „Aetherische Oele", Miltitz (SCHIMMEL & CO. A.-G.). 3. Aufl., Bd. 1, 1928, 658.

4) A. v. LINSINGEN, Ber. D. Botan. Gesellsch. 1926, 44, 641, und Note 5.

5) Ber. D. Botan. Gesellsch. 1928, 46, 593.

6) Derselbe vermutet mit Recht einen Irrtum, teilweise wenigstens liegt dieser aber bei ihm selbst; das eine der bemängelten Zitate („SCHIMMEL l. c. 1904") ist natürlich leidiger Druckfehler, es betrifft Camphen, nicht Cumarin, gehört also nicht dahin. Die andere angezogene Literaturstelle bezieht sich aber — wie mir scheint, ziemlich klar — gar nicht auf den Cumarin-Gehalt der beiden Spezies, sondern auf die Tatsache, daß *Liatris spicata* in Nordamerika kultiviert wurde; 2 Zeilen höher steht der Verweis auf LOJANDER. Es lohnt sich kaum, darüber viele Worte zu machen, zumal auch das erste Zitat — neben wichtigeren Dingen — bei Bearbeitung der neuen Auflage bereits richtiggestellt ist.

unrecht, denn diese Spezies (*E. Dalea*, *E. incarnatum*, *E. africanum* (?) und *Liatris squarrulosa*) stehen bereits in den auch von mir angeführten alten Aufzählungen Cumarin-haltiger Pflanzen (LOJANDER, DRAGENDORFF u. a.), so daß die Tatsache als bekannt angenommen werden darf, daran ändert selbst ein Druckfehler nichts.

So nennt z. B. DRAGENDORFF[1]), allerdings ohne Literatur zu geben, neben *Eupatorium aromaticum* auch *E Dalea*, *E. incarnatum* und *Liatris squarrulosa* als mehr oder minder sichere Cumarin-Pflanzen; die Aufzählung bei LOJANDER kann ich im Augenblick leider nicht einsehen; die betreffende Zeitschrift (Zeitschr. des Oesterreichischen Apotheker-Vereins), welche auch in größeren deutschen Bibliotheken fehlt, ist umständlich zu beschaffen.

---

1) „Heilpflanzen", Stuttgart (F. ENKE) 1898 659–660.

# 14. Karl Bertsch: Die ältesten Getreidereste Deutschlands.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 31. Januar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

Im November 1928 sandte mir Dr. Paret an der Württembergischen Altertumssammlung in Stuttgart eine kleine Zahl Getreidekörner einer neolithischen Wohngrube von Öhringen im württembergischen Neckarland zur näheren Bestimmung. Da die Körner etwas beschädigt und nur in geringer Zahl vorhanden waren, bat ich den Entdecker, Oberlehrer Mattes in Öhringen, um Übersendung von einigen Erdproben aus dieser Wohngrube. Ich erhielt zwei etwa faustgroße Lehmbrocken, aus denen einzelne Getreidekörner hervorschauten. Durch Aufkochen in Wasser gelang es, den Lehm völlig zum Zerfall zu bringen und die Körner unbeschädigt zu lösen.

Leider handelte es sich nur um vereinzelte, nackte Getreidekörner, welche im Feuer verkohlt waren und in diesem Zustand als Abfall in die Erde der Wohngrube gelangt sind. Bruchstücke von Ähren oder auch nur einzelne Ährchen fehlten ganz.

## 1. Einkorn *(Triticum monococcum).*

Schon bei genauerem Zusehen war zu erkennen, daß es sich um zwei verschiedene Getreidearten handelte. Ich las zuerst diejenigen Körner aus, welche am besten charakterisiert und darum am leichtesten zu bestimmen waren. Sie sind von der Seite her stark zusammengedrückt. Am Grund der Rückenkante tragen sie den deutlich abgegrenzten Keimling und auf der schmalen Bauchseite eine schwache Furche. Rücken- und Bauchkante verlaufen bogenförmig. Die Körner sind darum an beiden Enden spitz. Sie zeigen folgende Maße: größtes Korn 6,6 mm lang, 2,5 mm breit und 3,2 mm hoch, kleinstes Korn 5,8 mm lang, 2,4 mm breit und 3,9 mm hoch, im Durchschnitt 6,2 mm lang, 2,3 mm breit und 3,1 mm hoch. Als feine Längsfurchen treten die Eindrücke der Spelzennerven auf den Körnern hervor. Um einen Vergleich zu ermöglichen, bilde ich eines der Körner ab (Abb. 1). Die Zeichnung ist mit dem Abbeschen Zeichenapparat hergestellt. Solche Körner besitzt unter allen für Mitteleuropa in Betracht kommenden Getreidearten nur das Einkorn.

Über das Alter der Fundstelle schreibt Dr. PARET: „Nach den reichlichen keramischen Resten gehört die Siedlung zur Kultur der Spiralmäanderkeramik (Bandkeramik), die ins Vollneolithikum zu stellen ist. Zeit: 4. und Anfang 3. Jahrtausend."

So alte Einkorn-Reste waren bisher in Deutschland noch nicht gefunden worden. Vor einigen Jahren entdeckte ich einige schöne Ährenbruchstücke und zahlreiche Einzelkörner in der untern Riedschachensiedlung im Federseeried im südlichen Württemberg.

Abb. 1. Einkorn *(Triticum monococcum)*.
a) Seite, b) Rücken, c) Bauch, d) Querschnitt.

Diese Siedlung gehört aber schon ins Spätneolithikum. Sie ist ebenso alt wie das nebenan liegende Moordorf Aichbühl und umfaßt die Zeit von 2500—2000 v. Chr. (Aichbühler Kultur).

Das Einkorn wurde aber auch von den Leuten der oberen Riedschachensiedlung gebaut. Diese gehört der Schussenrieder Kultur an und wird in die Zeit von 2000—1800 v. Chr. gestellt. In einer Getreideprobe dieser Siedlung, welche ich von der Württembergischen Naturaliensammlung in Stuttgart zur Bestimmung erhielt, fanden sich nämlich freie Körner des Einkorns. Aus dieser letzteren Siedlung, welche durch die Ausgrabungen FRANKs vor rund 50 Jahren weltbekannt geworden ist, und von welcher Funde in viele Museen gelangt sind, bestimmte übrigens schon WITTMACK das Einkorn im Jahr 1895.

Über den ersten Fund des Einkorns in Deutschland berichtet O. HEER: „Vom Einkorn besaß die antiquarische Sammlung zu Zürich eine sehr schöne Ähre von Wangen, welche leider verlorengegangen ist, daher nicht untersucht werden konnte" (1). Es

handelt sich um die Pfahlbausiedlung Wangen am Untersee in Baden. Merkwürdig ist, daß keine Bruchstücke von Ähren und keine freien Körner gefunden worden sind, obwohl die Körner von Gerste und Weizen an mehreren Stellen zentnerweis aufgehäuft lagen (2). Die Angabe scheint mir deshalb nicht ganz geheuer zu sein. Beachtung verdient, daß aus dem gleichen Pfahlbau auch ein Ährenstück der zweizeiligen Gerste *(Hordeum distichum)* stammen soll, das auch verlorengegangen ist (1). HOOPS schreibt darüber: „Die zweizeilige Gerste ist bis jetzt noch nirgends zuverlässig nachgewiesen. HEER will allerdings ein Ährenstück aus dem steinzeitlichen Pfahlbau von Wangen gesehen haben, das leider später verlorengegangen sei. Aber da dieser Fund völlig isoliert stände, wird man besser tun, ihn skeptisch zu behandeln, so lange er nicht anderweitig bestätigt wird" (3). Wie man sieht, sind beide Angaben gleichwertig und stehen oder fallen miteinander.

Doch sei dem wie ihm wolle, der Pfahlbau Wangen ist jedenfalls jünger als die Wohngrube der Spiralmäanderkeramik von Öhringen. Einer brieflichen Mitteilung von Dr. REINERTH-Tübingen entnehme ich darüber:

„Wangen gehört zu den ältesten Pfahlbaustationen des Bodensees. Unter seinen Steinbeilen sind die westischen Rundbeile (Walzenbeile) noch mehrfach vertreten, wenn auch die nordischen Rechteckbeile im Fundmaterial weitaus überwiegen. Keramische Reste sind äußerst spärlich und lassen kein Urteil über die Zeitstellung zu.

Nach den Beilen wird man den Beginn der Besiedlung Wangens mit der Blütezeit der Spiralmäanderkeramik im Neckarunterland gleichsetzen müssen. Der Pfahlbau hat dann bis zum Ende der älteren Aichbühler Kultur (etwa 2000 v. Chr.) bestanden. Für den jüngsten neolithischen Zeitabschnitt, die jüngere Aichbühler Kultur (etwa 2000—1800 v. Chr.) liegen in Wangen bisher keine Zeugnisse vor.

Aus welcher Besiedlungsperiode die in Wangen zahlreich gefundenen Getreidereste, Matten, Geflechte usw. stammen, läßt sich leider nicht mehr entscheiden."

Nur zwei neolithische Einkornfunde Deutschlands sind also nach den Zeitumständen und nach den Belegen gesichert:

1. Öhringen: 4. und Anfang des 3. Jahrtausends.
2. Riedschachen: a) Aichbühler Stufe: 2500—2000 v. Chr.
   b) Schussenrieder Stufe: 2000—1800 v. Chr.

## 2. Emmer *(Triticum dicoccum).*

Nach Ausscheiden des Einkorns bleiben Getreidekörner einer zweiten Weizenart übrig, die nicht seitlich zusammengedrückt, also nicht höher als breit sind. Sie haben eine gleichmäßige, aber flachgewölbte Rückenseite und eine tiefe Bauchfurche. Die Hälften der Bauchseiten sind etwas flach. Manche Körner zeigen Eindrücke der Spelzennerven. Das größte Korn ist 7 mm lang, 3,6 mm breit und 2,9 mm hoch, das kleinste 5,3 mm lang, 2,8 mm breit und 2,4 mm hoch, im Durchschnitt 6,1 mm lang, 3,1 mm breit und 2,8 mm hoch.

2.

0 1 2 3 mm

a b c d

Abb. 2. Emmer *(Triticum dicoccum).*
a) Seite, b) Rücken, c) Bauch, d) Querschnitt.

Allein auf Grund dieser Körner würde ich keine Bestimmung wagen. Schon AUGUST SCHULZ hebt mehrfach hervor, daß es recht unwahrscheinlich sei, daß man Weizen und Emmer in verkohltem Zustand einzig auf Früchte hin mit voller Sicherheit unterscheiden könne (4, 5) (Abb. 2).

Für die Bestimmung kommt uns nun zu Hilfe, daß das Ausschlämmen des Lehms auch einige Ährchengabeln zum Vorschein gebracht hat. Sie verweisen auf einen zweifrüchtigen Spelzweizen. Das untere Spindelglied ist leider abgebrochen. Ein kleiner Rest weist nach abwärts. An einer dieser Gabeln ist noch die Spelzenbasis erhalten. Sie zeigt die scharfe Spelzenkante, welche für den Emmer charakteristisch ist. Danach ist die Bestimmung als Emmer gesichert (Abb. 3).

Gut erhaltene Ährchen dieser Weizenart habe ich sowohl in der unteren als auch in der oberen Riedschachensiedlung im südlichen Federseeried gefunden. Sie gehören hier beiden Stufen des Spätneolithikums an, also der Zeit von 2500—1800 v. Chr.

Aus welcher neolithischen Zeit die Ähre stammt, welche O. HEER vom Pfahlbau Wangen in Baden abbildet (1), wissen wir nicht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß sie in demselben Neolithikum lag.

Freie Körner, welche SCHRÖTER bestimmt hat, erwähnt HOOPS (2) vom Michelsberg bei Untergrombach zwischen Bruchsal und Durlach und von Handschuhsheim unterhalb Heidelberg. Einer brieflichen Mitteilung von Dr. PARET-Stuttgart entnehme ich, daß Handschuhsheim der gleichen Kultur angehört wie Öhringen, daß aber Michelsberg endneolithisch ist, also wohl jünger als Öhringen.

3.



Abb. 3. Emmer *(Triticum dicoccum)*.
Ährchen: a) Außenseite, b) Innenseite, c) Querschnitt.

Die neolithischen Emmerfunde Deutschlands können wir also der Zeit nach folgendermaßen ordnen:

1. Öhringen und Handschuhsheim: 4. und Anfang des 3. Jahrtausends.
2. Michelsberg: erste Hälfte des 3. Jahrtausends.
3. Wangen (etwa 3000—2000 v. Chr.).
4. Riedschachen: a) Aichbühler Stufe: 2500—2000 v. Chr.
   b) Schussenrieder Stufe: 2000—1800 v. Chr.

---

**Benutzte Schriften.**

1. HEER: Pflanzen der Pfahlbauten. 1865.
2. HOOPS: Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum. 1905.
3. —: Reallexikon der Germanischen Altertumskunde. 1912—1915.
4. SCHULZ: Über Kulturpflanzen und Unkräuter Deutschlands in prähistorischer Zeit. Zeitschrift für Naturwissenschaften. 1914.
5. —: Über einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuterresten in Mitteldeutschland. Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft. 1915.

---

## 15. O. Stocker: Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporationsgröße. I.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 14. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

### 1. Eine schnellschwingende Wage als Grundlage der Methode.

Eine wichtige Aufgabe der experimentellen Ökologie ist es, den Ablauf der Lebensvorgänge „am Standort“ messend zu verfolgen. Dabei darf durch den experimentellen Eingriff weder der Komplex der inneren physiologischen noch der der äußeren physikalischen Bedingungen in seiner natürlichen, standörtlichen Gegebenheit gestört werden, eine doppelte Forderung, die für die Eigenart ökologischer Problemstellung kennzeichnend, aber schwer in die Wirklichkeit umzusetzen ist.

Die Methoden zur Messung der Transpiration am Standort geben ein anschauliches Bild dieser Sachlage. Je nachdem sie in erster Linie auf die Erhaltung des physiologischen Zustandes der „Standorts-Pflanze“ oder auf die des physikalischen Zustandes der „Standorts-Bedingungen“ Wert legen, lassen sie sich in zwei Gruppen einordnen. Auf eine Wertung der bisher beschriebenen Methoden, die man im wesentlichen in „BURGERSTEIN, Die Transpiration der Pflanzen“ (Jena 1904—1925) zusammengestellt findet, kann hier im einzelnen nicht eingegangen werden; es soll nur betont werden, daß für die Zwecke einer ökologischen Standorts-Untersuchung ernstlich nur die Wägungs-Methoden in Frage kommen, die der zweiten Gruppe angehören. Die Verwendung eingetopfter bewurzelter Pflanzen stellt dabei durchaus nicht immer die ideale Lösung dar, als die sie auf den ersten Blick erscheinen möchte. Es ist in den meisten Fällen recht unsicher, ob man in dem beschränkten Bodenraum der Kulturgefäße ökologisch natürliche Bedingungen schafft, und ob man mit der gewählten Begießung die Wasserverhältnisse des Standorts richtig nachahmt; auch sind oft Kulturen schon aus rein praktischen Gründen nicht durchführbar. Eine weitere Unzulänglichkeit liegt in dem hohen Gewicht der Erdmasse; da die Empfindlichkeit der Wagen mit zunehmender Belastung rasch abnimmt, brauchen eingetopfte Pflanzen lange Expositionszeiten. In manchen Fällen ist aber zur

genauen Analyse des Transpirationsganges gerade eine Kette von Momentanbestimmungen mit ganz kurzen Expositionszeiten notwendig. Solche Untersuchungen lassen sich nur mit abgeschnittenen Pflanzenteilen ausführen[1]), deren geringes Gewicht die Verwendung hochempfindlicher Wagen erlaubt. Wenn solche Wagen den weiteren Forderungen genügen, am Standort benutzbar zu sein und eine so rasche Wägedauer zu besitzen, daß der Aufenthalt der Pflanze in dem Wagengehäuse auf ein Minimum abgekürzt wird, so lassen sich Transpirationsbestimmungen ausführen, denen sowohl natürliche physiologische Innen- wie natürliche physikalische Außen-Standortsbedingungen zu Grunde liegen.

Für die Verwirklichung einer ökologisch exakten Transpirationsmessung am Standort ist daher die Wage die entscheidende Vorbedingung[2]), die, wie ich glaube, jetzt durch eine Wagenkonstruktion erfüllt wird, welche die Firma P. BUNGE (Hamburg 23, Ottostr. 13)

---

1) Auf die Einwände von IWANOFF wird in der folgenden Abhandlung eingegangen werden.

2) Die von B. HUBER (diese Berichte, 1927 Bd. 45, S. 611) beschriebene „Balken-Torsionswage" der Firma HARTMANN u. BRAUN ist in der jetzigen Form nicht als Feldgerät zu gebrauchen. Die Bemühungen der Firma, die Wage zur Benutzung im Freien einzurichten, stoßen auf gewisse Schwierigkeiten, die sich aber wohl werden beheben lassen. Ob dann die Benutzung dieses Wagentyps wesentliche Vorteile gegenüber der hier beschriebenen Methode ergibt, wird geprüft werden; ich habe in dieser Hinsicht allerdings keine großen Erwartungen, nachdem es mit der hier beschriebenen, einfacheren Wagenkonstruktion gelungen ist, die Wägezeiten sehr weit herabzudrücken.

Wenn HUBER von mir sagt, „STOCKER wäre wahrscheinlich kaum zur Ansicht vom weitestgehenden Parallelismus zwischen Transpiration und Verdunstungskraft und zur Verneinung einer ausgiebigeren Transpirationsregulation durch die Spaltöffnungen gekommen, wenn seine Wägungen nicht nur die mittlere Transpiration von 24 Stunden erfaßt hätten", so wird er den von mir tatsächlich ausgesprochenen Ansichten nicht gerecht. Schon der Ausdruck „weitestgehender Parallelismus" ist mißverständlich; die Kurven meiner Versuche mit nordwestdeutschen Moor- und Heidepflanzen zeigen nur, daß die 24stündigen Transpirationsraten „in erster Linie von dem Sättigungsdefizit der Luft abhängen." (Zeitschr. f. Bot. 1923, 15, S. 8); auf bemerkenswerte Ausnahmen ist z. B. S. 12 näher hingewiesen. Daß die Spaltöffnungsbewegung auf die Transpiration von Einfluß ist, kann nicht zweifelhaft sein; das noch ungelöste Problem ist nur, inwieweit sich dieser Einfluß im natürlichen Tagesgang ökologisch auswirkt, ein Problem, das ich in der angeführten Arbeit nur referierend gestreift habe, weil seine Entscheidung bei 24 stündlicher Messung nicht möglich war. Daß ich die Möglichkeit eines bedeutenden Spaltöffnungseinflusses unter gewissen Bedingungen durchaus nicht von vornherein verneine, ergibt sich aus vielen Stellen meiner Arbeiten. Spezielle Untersuchungen sind jetzt im Gange.

unter der Bezeichnung „Reise-Probierwage“ ausführt[1]). Eine kurze Beschreibung wird zeigen, daß diese Wage für unsere Zwecke ganz hervorragend geeignet ist.

Das aus Mahagoniholz gebaute Gehäuse ist nur 23 cm breit, 25 cm hoch und 15 cm tief. Für den Transport läßt es sich auseinandernehmen in Unterteil, Oberteil mit Reiterverschiebung und die 4 Seitenteile (Abb. 1); die Säule, der Balken, die Gehänge und die Schalen sind ebenfalls leicht abmontierbar und können in

Abb. 1

Halb auseinandergenommene Reise-Probierwage der Firma P. BUNGE. Rechts das Oberteil mit daraufliegendem Vorderschieber, links das Unterteil mit aufgesteckten Seitenteilen. Das Schutz-Drahtgeflecht der linken Schale ist nicht gezeichnet.

einem kleinen Kasten stoßsicher verpackt werden. Während der Versuche läßt sich das Gehäuse durch Überkleben der Fugen mit Heftpflaster leicht vollständig winddicht machen; die so fertig montierte Wage kann auf kürzeren Strecken leicht getragen werden, wenn man nur den Balken abnimmt und in einem Tuch im Wagengehäuse verstaut. Am Versuchsstandort ist die Wage in ein paar Minuten auf einem Felsblock oder einem Stativtisch aufgebaut.

Wesentlich für die Verwendbarkeit der Wage ist ihre außergewöhnlich rasche Schwingung und die Art ihres Balkenlineals. Wenn man die Wage so einstellt, daß 1° der Skala 1 mg entspricht, beträgt die Dauer einer Hin- und Herschwingung nur 5 Sekunden!

---

1) Ich bin der Firma für ihre freundliche Unterstützung und die Überlassung des Druckstockes der Abbildung 1 zu Dank verbunden.

Das Balkenlineal ist nur 7 cm lang und vom linken zum rechten Gehänge in 100 scharfe Zähne eingekerbt. Die Wage wird so eingestellt, daß der Zeiger auf die Mitte der 20teiligen Skala einspielt, wenn der 50 mg (!) schwere Reiter auf dem 0-Punkt des Balkenlineals über dem linken Gehänge sitzt; im Einschnitt 100 über dem rechten Gehänge bedeutet der Reiter dann das Gewicht 100 mg, und seine Verschiebung um eine Kerbe des Balkenlineals entspricht 1 mg. Es werden also alle Gewichte von 0,1 g abwärts mit Reiterverschiebung gemessen, und es brauchen nur die Ganzen- und Zehntel-Gramm-Gewichte aufgelegt zu werden. Es genügt, die Reitersetzung auf ein paar Kerben genau auszuführen, da man einige mg Differenz aus dem Schwingungspunkt korrigieren kann; man führt die Schwingungspunktbestimmung so aus, daß man die Skala von links nach rechts von 0 bis 20 durchzählt und dem protokollführenden Assistenten die 3 beobachteten Ausschläge zuruft; die Berechnung kann man dann in Ruhe zu Hause erledigen. Bei solcher Arbeitsweise ist es möglich, eine Wägung einschließlich des Aufhängens der Pflanze an der Schale in 30—40 Sekunden zu erledigen; wenn man das Gewicht schon ungefähr kennt, ermäßigt sich die Zeit sogar auf 15—20 Sekunden, wobei eine Genauigkeit von etwa $^1/_5$ mg erzielt wird[1])!

---

1) Mit „Dämpfungs"-Probierwagen wird man kaum schneller, aber vielleicht bequemer arbeiten; ich besitze damit noch keine Erfahrungen.

# 16. O. Stocker: Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporationsgröße. II.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 14. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

## 2. Der Transpirations- und Evaporationsversuch.

Die Transpirationsbestimmung am Standort verläuft in folgenden Abschnitten:

1. Abschneiden des zu untersuchenden Pflanzenteiles.
2. Erste Wägung, Feststellung der Anfangszeit.
3. Zurückbringen des Pflanzenteiles an seinen Standort und Exposition dort unter den früheren Standortsbedingungen.
4. Zweite Wägung, Feststellung der Schlußzeit.

Die Genauigkeit von Momentanbestimmungen ist in erster Linie begrenzt durch die unvermeidliche Störung der Außenbedingungen während der Wägung. Je mehr diese Störung vermindert und je mehr sie abgekürzt werden kann, um so kürzer kann die Versuchsdauer gewählt werden, und um so größer wird die Genauigkeit. Praktisch muß also gefordert werden, daß erstens der Weg zwischen Wage und Expositionsort möglichst kurz ist, und daß zweitens die Wägung möglichst schnell vor sich geht. Die in der vorigen Abhandlung beschriebene Wage erfüllt diese Bedingungen so weitgehend, daß die Expositionszeit bis auf zwei Minuten verkürzt werden kann bei einer Wägegenauigkeit von $^1/_5$ mg und der Möglichkeit, Pflanzenteile in der Dimension bis zu 13 cm Länge und $7 \times 10$ cm Querausdehnung zu verwenden.

Eine Versuchsstelle zu finden, die sowohl typische Assoziationen unter typischen Standortsverhältnissen enthält, wie auch einen guten Platz für die Wage und für ungestörtes Arbeiten bietet, ist nicht immer leicht; Erfahrung und Geschicklichkeit des Feldökologen müssen dabei ihre erste Probe bestehen. Von einer guten Wahl hängt ganz wesentlich das Gelingen der Versuche selbst ab. Die Wage ist möglichst wind- und sonnengeschützt aufzustellen, etwa unter Gebüsch oder an einem Abhang, und so, daß das Heranholen und Wegtragen der Versuchspflanzen schnell erfolgen kann. Die Pflanzen müssen möglichst ruhig und in natürlicher Stellung getragen werden, so daß die Änderung der Außen-

bedingungen möglichst gering bleibt. Der Aufenthalt in der Wage muß aus demselben Grund möglichst kurz sein; er kann bei der Schlußwägung, deren Zeit allein in die Expositionsdauer eingeht, auf 15—20 Sek. abgekürzt werden. Auch bei der Vorbereitung und der ersten Wägung ist möglichste Schnelligkeit anzustreben, um Störungen im inneren physiologischen Zustand zu vermeiden. Unter günstigen Umständen kann die erste Wägung schon 1 Minute nach dem Abschneiden beendet sein, so daß der ganze Versuch in 3 Minuten abgewickelt sein kann. Die Abb. 3 am Schluß der Arbeit gibt praktische Beispiele solcher Versuche.

Für die Wägung werden die Pflanzenteile an Haken oben an den Schalenbügeln aufgehängt. Ein leichtes Drahtgeflecht an der linken Schale verhindert ein Anstoßen der aufgehängten

Abb. 1.
**Klammer zum Aufhängen der Versuchspflanzen in der Wage.**

Pflanze an der Balkensäule und dem Zeiger. Um die Pflanzen rasch aufhängen zu können, muß man kleine, leichte, aber scharf packende Klammern haben. Diesen Anforderungen entsprechen die sogenannten „Wundklammern", welche die Ärzte zum Zusammenhalten der Wundränder beim Nähen benutzen, und die in den medizinischen Bedarfsgeschäften zu haben sind. Biegt man die gebogenen Spitzen gerade, so erhält man etwa 0,5 g schwere Klammern von genügender Zangenlänge, die während des ganzen Versuchs an den Pflanzen bleiben (Abb. 1). Eine Anzahl gewöhnlicher Quetschhähne sind ein unentbehrliches Hilfsmittel, um die Pflanzen am Standort bei der Exposition rasch in die ursprüngliche Lage zu bringen; Blätter von Bodenpflanzen hält der am Boden liegende Quetschhahn in der natürlichen Stellung aufrecht, von Bäumen abgeschnittene Zweigenden klammert er wieder an ihren Zweigstumpf. Zum Abtrocknen betauter oder beregneter Blätter wird ein Päckchen kleiner Filtrierpapierstreifen bereit gehalten. Die rasche Durchführung aller Arbeiten vor der

Wage wird durch einen kleinen, sicher stehenden Klappstuhl sehr erleichtert. Das Wägen selbst geht dann so vor sich, daß man dem protokollführenden Assistenten die 3 Schwingungspunkte zuruft; beim 3. Zuruf stellt dieser gleichzeitig auf dem Sekundenzeiger oder der Stoppuhr die Anfangs- bzw. Schlußzeit fest. Die Mitwirkung eines Assistenten ist schwer zu entbehren, er besorgt gleichzeitig die meteorologischen Beobachtungen während der Versuche.

Unter den meteorologischen Messungen kommt der Evaporationsbestimmung eine besondere Bedeutung zu, und es ist möglich, dieselbe mit Hilfe unserer Methode ebenfalls als Momentanmessung auszuführen. Man nimmt dazu befeuchtete runde Löschpapierscheiben von 5 cm Durchmesser[1]). Zum Festhalten der

Abb. 2.
Evaporimeterklammer mit Löschpapierscheibe.

Scheiben dienen Klammern aus vernickeltem Stahldraht (1,1 mm Dicke), die mit 2 Ringen von 2,5 cm Durchmesser die Papierscheibe festhalten (Abb. 2). Diese wird durch kurzes Eintauchen in Wasser durchnäßt, durch leichtes Einschlagen in Filtrierpapier von überflüssigem Wasser befreit und zwischen die Ringe eingeklemmt. Wägung und Exposition werden wie beim Transpirationsversuch durchgeführt. Die Exposition erfolgt stets in horizontaler Lage der Scheiben. Zum Befestigen leisten auch hier Quetschhähne, die man mit ihrem Ring über einen Stock streift, gute Dienste. Die Papierscheiben verdunsten bis fast zum Austrocknen ganz gleichmäßig wie freie Wasserflächen. Auf die Verwendung von destilliertem Wasser kann man verzichten, da

1) Sehr geeignet sind z. B. die Löschpapiere Nr. 125 (weiß) und 132 (grün) der Firma C. SCHLEICHER & SCHÜLL (Düren, Rheinland) mit einer Dicke von 0,7 mm. Die Firma hat mir die Scheiben freundlicherweise in der angegebenen Größe ausgestanzt.

man nach jedem Versuch die Scheibe wegwirft; Anfassen mit einer Pinzette verhindert Fehler durch Fettstellen.

Für die Berechnung der Evaporationsversuche ist der Durchmesser der gequollenen Scheiben genau zu bestimmen. Die Randfläche kann vernachlässigt werden, da sie gleich dem von den Ringen bedeckten Scheibenteil ist. Man nimmt wie bei den Transpirationsversuchen die Summe der Flächen von Ober- und Unterseite.

Da die Evaporation von Größe, Form und Beschaffenheit der verdampfenden Fläche in einer so verwickelten Weise abhängig ist, daß man bislang keine Möglichkeit einer Reduktion der Messungen verschiedener Instrumente besitzt, wäre es erwünscht, daß die beschriebene Methode und die genannten Dimensionen auch von anderen Beobachtern für Momentan-Evaporationsmessungen übernommen würden. Dies kann um so unbedenklicher geschehen, als es sich wohl überhaupt um die erste brauchbare Momentan-Methode handelt. Alle bisher benutzten Instrumente haben, abgesehen von einer viel geringeren Genauigkeit der Ablesung, eine so große Wärmekapazität, daß sie Schwankungen der Außenbedingungen für kurze Zeiträume nicht rasch genug folgen können und nur für längere Expositionszeiten geeignet sind; die Wassermasse unserer Scheiben aber beträgt nur etwa 1 g pro Scheibe oder 25 mg/cm$^2$.

Die Scheibengröße von 5 cm Durchmesser hat für ökologische Messungen den Vorteil, daß sie in der Größenordnung mittlerer Pflanzenblätter liegt. Eine Verwendung grünen Löschpapiers ist ohne weiteres möglich; doch sollten stets Bestimmungen mit weißem Papier nebenhergehen, da aus theoretischen und praktischen Gründen nur Messungen mit weißem Papier als Standard-Werte geeignet sind.

Da die einzelnen Transpirationsbestimmungen sehr wenig Zeit beanspruchen, wird man stets ganze Serien von Untersuchungen durchführen. Man hat so die Möglichkeit, durch Kontrollbestimmungen gute Mittelwerte zu finden, zahlreiche Arten einer Assoziation gleichzeitig zu untersuchen oder den Tagesverlauf der Transpiration einer Art genau festzustellen. Bei kurzen Expositionszeiten legt man die Einzelversuche hintereinander, bei längeren schachtelt man mehrere ineinander.

Unmittelbar nach den Versuchen werden die Pflanzen in eine Blechbüchse gepackt. Im Quartier bleibt dann noch die Bestimmung des Gewichtsanteiles der Stengel und die Flächenbestimmung auszuführen. Die letztere erfolgt am besten durch Kopieren auf blaues Lichtpauspapier, das man durch einfaches kurzes

Wässern in einer Schale entwickelt und fixiert. Für den Kopierrahmen ist 15×20 cm eine geignete Größe, in der auch das Papier vorgeschnitten wird; 2 Tusche-Maßstäbe auf Pauspapier, am Rand der Glasscheibe aufgeklebt, werden mitkopiert und erlauben eine spätere Korrektur der sehr geringfügigen Schrumpfung des Papiers beim Wässern und Trocknen. Die eigentliche Flächenbestimmung kann man später zu Hause in Ruhe mit dem Planimeter vornehmen. Man setzt dabei das Planimeter auf einen glatten Karton so auf, daß die Rolle stets auf dem Karton läuft, der Fahrstift aber über einem Streifen Pauspapier steht, der mit den Rändern so aufgeklebt ist, daß man die Lichtpausblätter mit den Blattabdrücken darunterschieben kann. Markiert man auf dem Pauspapierstreifen einen Punkt als Ausgangs- und Rückkehrpunkt des Fahrstifts, so kann man einen Blattabdruck nach dem anderen unter diesen Punkt schieben und umfahren. Man kann so die Gesamtfläche der Blätter eines Versuchs bestimmen, ohne die Flächen der Einzelblätter abzulesen; dieses Verfahren ist besonders unentbehrlich bei der Ausmessung von Pflanzen mit vielen kleinen Einzelblättern, wie z. B. *Vaccinium*arten.

Man soll bei Transpirationsbestimmungen immer die beiderseitige Fläche (wie auch beim Evaporimeter) zu Grunde legen; die beste Einheit für die Berechnung ist mg pro qdm × Minute. Stengel werden auf Länge und Durchmesser ausgemessen und dann als Zylinderfläche berechnet. Man kann sie in die „transpirierende“ Fläche natürlich nicht voll einsetzen. Im allgemeinen wird bei saftig-grünen Stengelteilen eine Anrechnung von 40 % der Fläche angemessen sein, während verholzte Teile vernachlässigt werden können; für schwach verholzte Stengel kann man mittlere Beteiligungswerte schätzen. Im allgemeinen sind die so entstehenden Korrekturen sehr geringfügig und ohne großen Einfluß auf das Ergebnis. Flächenbestimmungen bei kleinblättrigen erikoiden Formen, bei Blatt- und Stammsukkulenten und anderen besonderen Gestaltungen erfordern besondere Methoden, auf die ich an anderer Stelle (Zeitschr. f. Bot. 1923, Bd. **15**, S. 1) näher eingegangen bin.

Wesentlich ist die richtige Wahl der Expositionszeit. Da mit dem Abschneiden der Pflanzenteile der Wassernachschub aufhört und sich damit die inneren physiologischen Bedingungen allmählich ändern, muß die Expositionszeit möglichst abgekürzt werden, aber doch möglichst nur bis zu einem Grad, der die Genauigkeit der Gewichts- und Zeitbestimmung nicht beeinträchtigt. Die durch den letzteren Umstand bedingten Mindestzeiten ergeben sich bei dem Versuch selbst, während über die Möglichkeit einer

inneren Störung einige Kontrollversuche mit verschiedenen Expositionszeiten Rechenschaft geben müssen. Die Abb. 3 gibt die Darstellung einiger Versuche, in denen der allmähliche Abfall der Transpiration abgeschnittener Pflanzenteile und die zulässige Höchst-Expositionszeit für Sonnen- und Schattenstandorte an einem

Abb. 3.
Transpirationsversuche in Bremerhaven am 12. 8. 1928.

heißen Sommertage genauer untersucht wurde. Es wurde so vorgegangen, daß auf die erste Wägung, die eine Minute nach dem Abschneiden beendet war, im Abstand von etwa 2 Minuten weitere Wägungen folgten; in den Zwischenzeiten war die Pflanze am Standort unter natürlichen Bedingungen exponiert. Die Versuche wurden in Bremerhaven an einem sonnigen Augusttage vormittags zwischen 10 und 12 Uhr ausgeführt bei einer Temperatur von 25—27° und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 85—80 %. Von *Plantago major* L. wurden einzelne Blätter mit einer (doppelten)

Fläche von 0,58 bzw. 0,51 qdm, von *Vinca minor* Sprosse mit 6 Blättern von zusammen 0,64 bzw. 0,71 qdm Fläche untersucht. Die Evaporation betrug im Durchschnitt in der Sonne 37,9 mg/dm²×Min., im Schatten 17,9 mg/dm²×Min. Die Versuche zeigen, daß man unter diesen Bedingungen in der Sonne eine Gesamtversuchsdauer von 8—9 Minuten, während welcher Zeit ein Wasserverlust von etwa 10 % des ursprünglichen Wassergehalts entsteht, nicht überschreiten darf, während im Schatten dieselben Objekte bis zu 30 Minuten exponiert werden können.

Diese Versuche zeigen gleichzeitig, daß die Einwände, die L. IWANOFF kürzlich (diese Berichte 1928, Bd. **46**, S. 306) gegen Transpirationsbestimmungen mit abgeschnittenen Pflanzen erhoben hat, bei unseren Objekten nicht berechtigt sind. IWANOFF glaubt, daß unmittelbar nach dem Abschneiden infolge der Aufhebung der negativen Spannung in den Gefäßen ein plötzlicher Wassernachschub in die Blätter erfolgt, wodurch eine vorübergehende starke Steigerung der Transpiration eintreten kann. Von dieser Erscheinung ist bei unseren Objekten, einzelnen Blättern oder kleinen Sprossen, nichts zu bemerken; die kleinen Schwankungen sind wahrscheinlich durch Änderungen der Außenbedingungen infolge etwas wechselnder Sonnenstrahlung bedingt. Die Versuche IWANOFFs bezogen sich auf ganze, 5—7jährige Kiefern-, Fichten- und Eichenbäumchen, in deren Gefäßen natürlich größere Wassermengen stecken; aber auch hier tritt die Erscheinung, wie eine Durchsicht der von IWANOFF mitgeteilten Zahlen ergibt, sehr unregelmäßig und nur in 50—70 % der Fälle auf, ohne daß man an Hand der wenigen angegebenen Daten ein Urteil über die bedingenden inneren oder äußeren Faktoren gewinnen könnte. So sehr daher auch die dankenswerten Mitteilungen IWANOFFs zur kritischen Handhabung unserer Methode mahnen, so wenig beweisen sie etwas gegen die jedenfalls sehr weitgehende Verwendbarkeit derselben, über die ich an Hand ausgedehnter Feldversuche in der Arktis an anderer Stelle (Jahrb. f. wiss. Bot.) ausführlicher berichten werde.

---

1a 1b 2 3a 3b 4 5a 5b 6 7 a b 8 9 10

F. Hustedt ad nat. del.

# Sitzung vom 22. März 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß der Gesellschaft zwei ihrer ältesten korrespondierenden Mitglieder durch den Tod entrissen worden sind; Herr

Dr. **Karl Reiche,**

Professor in **München,** starb am 26. Februar 1929; Herr

Dr. **Otto Penzig,**

Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Genua,** verschied am 5. März 1929.

Zu Ehren der Dahingegangenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

---

Am 20. März 1929 feierte Herr Geh. Regierungsrat Professor Dr. H. THOMS in Berlin-Steglitz seinen 70. Geburtstag. Zu diesem Tage richtete der Vorstand an ihn eine Glückwunschadresse, die vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochgeehrter Herr Geheimrat!

Am heutigen Tage gedenkt ihres langjährigen Mitgliedes die Deutsche Botanische Gesellschaft und sendet Ihnen zur Feier der siebzigjährigen Wiederkehr Ihres Geburtstages ihre herzlichsten Glückwünsche.

Wenn auch die Haupttätigkeit und die größten Erfolge Ihres arbeitsreichen Lebens auf chemischem Gebiete liegen und wir deren Würdigung einem berufneren Munde überlassen müssen, so dankt Ihnen doch auch die botanische Wissenschaft eine Reihe namhafter Untersuchungen und Veröffentlichungen, mit denen Sie in diesem Wissenszweig fördernd und schöpferisch gewirkt haben.

Schon als junger Pharmazeut wurde in Ihnen durch Ihren Lehrherrn in Woldegk die Freude an der Natur und an den Pflanzen geweckt. Später lernten Sie in Giessen unter Prof. HOFFMANN die dortige Flora kennen. In Coblenz kamen Sie in Berührung mit dem bekannten Floristen SCHLICKUM, mit dem Sie in der schönen Landschaft des Rhein- und Mosellandes große botanische Exkursionen unternahmen.

Besonders angezogen fühlten Sie sich von der prächtigen Flora von Jena, woselbst Ihr Interesse durch die Vorlesungen von E. STAHL der wissenschaftlichen Botanik zugewandt wurde. In noch höherem Maße war dies der Fall, als Sie in Würzburg JULIUS SACHS in seinen so außerordentlich anregenden Vorlesungen hören konnten. Diese Ihre Freude, nicht nur an der Floristik, sondern auch an der wissenschaftlichen Botanik war es, die Sie lange Jahre zu einem regelmäßigen Besucher der Sitzungen der Deutschen Botanischen Gesellschaft machte.

Ihre mannigfaltigen Interessen auf diesem Gebiete und Ihre bei STAHL und SACHS erworbenen Kenntnisse gaben Ihnen die Grundlage und die Anregung zu Ihren so zahlreichen phytochemischen Arbeiten.

Als Frucht dieser Arbeit und der im Jahre 1895 mit Ihrer Habilitation beginnenden Lehrtätigkeit an der Berliner Universität konnten Sie im Jahre 1902 das nach Ihren Angaben erbaute pharmazeutische Institut einweihen, dessen Leiter Sie bis zum Jahre 1927 waren.

Das neue Institut, über das Sie nunmehr verfügten, gab Ihnen Gelegenheit, Versuche zu unternehmen, ausländische Arzneipflanzen in Deutschland anzubauen und deren Lebensverhältnisse und Inhaltsstoffe zu studieren. Es sei hier nur auf Ihre grundlegenden, durch viele Jahre fortgesetzten Studien über Mohnbau und Opiumgewinnung in Deutschland hingewiesen.

Ihre vielfache Mitgliedschaft an beratender und leitender Stelle großer wissenschaftlicher und allgemeinnützlicher Körperschaften und Institutionen ließen Sie Ihre Arbeitskraft und Ihr Wissen auch in den Dienst der Gesamtheit stellen.

So haben Sie trotz einer außerordentlich vielseitigen Tätigkeit sich Ihrer Beziehungen zur botanischen Wissenschaft nie begeben, sondern in vielen Arbeiten zur Erweiterung unseres Wissens auf diesem Gebiete beigetragen.

Und wie Sie heute an Ihrem siebzigsten Geburtstage noch in voller Rüstigkeit und Arbeitskraft vor uns stehen, so mögen Ihnen diese kostbarsten Güter des menschlichen Lebens noch lange Jahre erhalten bleiben. Dann wird Ihnen unsere Wissenschaft auch weiterhin noch manches schöne Ergebnis zu verdanken haben.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
(Unterschriften.)

Herr Professor Dr. H. KLEBAHN hat auf den Glückwunsch des Vorstandes zu seinem 70. Geburtstage durch ein Schreiben gedankt, das vom Vorsitzenden verlesen wird.

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Bally**, Dr. **W.**, Botaniker an der Versuchsstation in **Malang**, Java (durch F. C. VON FABER und O. HOPMANN),

**Kotthoff**, Dr. **P.**, Abteilungsvorsteher an der Anstalt für Pflanzenschutz in **Münster i. W.**, Norbertstr. 19 (durch E. HANNIG und A. HEILBRONN),

**Matho**, **Karl**, Garteninspektor in **Greifswald**, Botanischer Garten, Münterstr. 2 (durch E. LEICK und S. LANGE),

**Matsubara**, **M.**, Professor an der Pädagogischen Hochschule in **Tokyo** (durch M. MIYOSHI und H. KNIEP),

**Miyaji**, Dr. **Yachigi**, Professor der Botanik. Matsumoto — Höhere Schule in **Matsumoto-shi**, Japan (durch Y. SINOTÔ und K. FUJII),

**Moissejewa**, Frau **Maria**, Assistentin am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Kiew**, Ukraine, Lwowskaja 31—16 (durch W. W. FINN und J. MODILEWSKI),

**Nius**, **Erich**, cand. rer. nat. in **Greifswald**, Botanisches Institut, Grimmerstr. 86—88 (durch E. LEICK und S. LANGE).

**Pollacci**, Dr. **Gino**, o. Professor der Botanik an der Königl. Universität und Vorstand des Kryptogamischen Laboratoriums in **Pavia** (durch L. BUSCALIONI und F. CAVARA),

**Sakisaka**, **Mitidi**, Lecturer am Botanischen Institut der Landwirtschaftl. Fakultät der Kaiserl. Univers. in **Tokyo**, Tokyo-Komaba, Japan (durch Y. SINOTÔ und K. FUJII),

**Sigmond**, Dr. **Hans**, Ing. rer. forest. in **Prag II**, viničná 3a, Institut f. pharmazeut. Botanik und Kryptogamenkunde (durch A. PASCHER und F. POHL),

**Sugiura**, Dr. **Toranosuke**, Professor der Botanik an der Osaka-Höheren Schule in **Osaka**, Japan (durch Y. SINOTÔ und K. FUJII),

**Warner**, Dr. **Theodor**, in **Spandau**, Charlottenstr. 16 (durch H. KNIEP und F. HERRIG),

**Yasui**, Frl. Dr. **Kono**, Dozentin am Botanischen Institut der Wissenschaftl. Fakultät der Kaiserl. Universität, Professor der Botanik am Höheren Lehrerinnenseminar in **Tokyo**, Japan, Koishikawa, Botanischer Garten (durch Y. SINOTÔ und K. FUJII),

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Bünning, Erwin,** Studienreferendar in **Frankfurt a. M.,**
**Cartellieri,** Dr. **Engelbert,** Assistent in **Innsbruck-Hötting,**
**Lange,** Dr. **Friedrich,** wissenschaftlicher Hilfslehrer in **Hamburg.**

---

Berichtigung: Durch ein Versehen sind bei der Textfigur in der Arbeit von POTTHOFF, Bd. 46, S. 669 die Namen der Conjugaten in der Unterschrift nicht angeführt worden. Die Unterschrift muß lauten: „Schema des Entwicklungsganges der Conjugaten: *Spirotaenia condensata* (A), *Netrium Digitus* (B) und *Hyalotheca dissiliens* (C)“.

---

## Mitteilungen.

### 17. Hans Pfeiffer: Bemerkungen zur Klassifikation zentripetaler Wandverdickungen der Pflanzenzelle.

(Eingegangen am 29. Januar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

„Der Begriff ist für den Naturforscher, was die Note für den Klavierspieler ist.“ (E. Mach.)

§ 1. (Fragestellung.) — Aus solcher Wertschätzung der Begriffe für die naturwissenschaftliche Forschung, wie sie der Physiker Mach zum Ausdruck bringt, dürfen wir wohl folgern, daß auch der Botaniker nicht ohne Widerstreben die Wandlung einmal aufgestellter Bezeichnungen vornehmen wird. Vielmehr wird er sich bemühen, jegliche auch nur geringe Überschreitung des einmal gegebenen Begriffsumfanges deutlich anzuführen. Im ganzen ist es ferner wohl häufig zweckmäßig, eine Erweiterung oder Verengerung des Begriffsumfanges lieber durch Wahl eines neuen (entsprechend umgrenzten) Terminus zu umgehen. Aus diesem Bestreben heraus habe ich in Kiel (Pfeiffer 1925 b, S. [28]) unter Zurückweisung des Ausdruckes durch Borissow (1924, S. 367, 378; 1925, S. 181) die Bezeichnung „Cystolith“ nicht auf beliebige extrem ausgebildete, lokale Membranverdickungen der Pflanzenzelle ausdehnen wollen. Durch van Wisselingh (1924, S. 196 f.) war nämlich zu dem Begriffsumfange nicht Stellung genommen worden (Beschreibung nur der typischen Formen). Kürzlich hat nun Borissow (1928, S. 475 f.) bei seinen sonst unbestritten wertvollen Untersuchungen über die Rasdorskyschen Körperchen seine frühere Ausdrucksweise verteidigt (s. § 3). Daher soll hier versucht werden, unter Heranziehung von Beobachtungen vieler pflanzlicher Verkieselungsbildungen und mancher cystolithenähnlicher Membranvorsprünge und unter gleichzeitiger Benutzung der gebräuchlichen Literatur einen Überblick über die Typen zentripetaler Membranverdickung der Pflanzenzelle zu gewinnen. Nur so scheint die Frage nach dem Gebrauch der Bezeichnung „Cystolith“ einwandfrei entschieden werden zu können. Der Vorteil, den eine Besprechung der verschiedenen verwandten Bildungen für weitere anatomische Untersuchungen erhoffen läßt, diene als Begründung für die Erweiterung der ursprünglichen Fragestellung.

§ 2. (Die Anwendung des Begriffes „Cystolith" vor BORISSOW.) — Die Geschichte der Anwendung des Ausdruckes „Cystolith" können wir leicht aus einem Vergleiche der Angaben bei SCHACHT (1854), DE BARY (1877, S. 109 f.), HOBEIN (1884), KOHL (1889, S. 115 f.) und CZAPEK (1913, S. 680) entnehmen. Danach geht die Bezeichnung[1]) auf WEDELL (1854) zurück und betrifft die von MEYEN (1839) bei *Ficus elastica* entdeckten „Gummikeulen", deren Inkrustation mit $SiO_2$ neben $CaCO_3$ aber erst PAYEN (1846, S. 85) erkennt. Nur diese oder sehr ähnliche Bildungen gelten denn auch in der Folge als Cystolithen (HOFMEISTER 1867, S. 180; SACHS 1873, S. 67). Aber schon DE BARY (1877, S. 112) bemerkt nach Beschreibung dieser „echten Cystolithen" mit H. V. MOHL (1861, S. 229): „An die Cystolithen . . . schließen sich die Knötchen an, welche bei *Borragineen* und *Synanthereen* die Basis der Haare umgeben"[2]). Spätere Befunde vermeintlich gleicher oder verwandter Bildungen bei zahlreichen Familien führen zu weiterer Verwaschung des ursprünglichen Begriffsumfanges, und gefördert wird diese Entwicklung durch die nicht zu leugnende Tatsache vieler Übergangsbildungen bis zu jenen „knötchen- oder zapfenartigen Gebilden, die wir in den Zellen der Epidermis und des Mesophylls aus der Umgebung der Trychome oder Cystolithenzellen . . . finden" (KOHL 1889, S. 237). Aber auch KOHL (S. 238) erkennt, daß sie „um so mehr ächten Cystolithen gleichen, . . . je kleiner die Insertionsebene ist und je stattlicher der ins Zellinnere hineinragende Theil entwickelt ist". Eine natürliche Grenze gegenüber den cystolithenähnlichen Gebilden soll also nicht vorhanden sein; so kann denn auch KOLPIN-RAVN (1897) bei *Loranthaceen* von „cystolithes rudimentaires" sprechen. Aber von SOLEREDER (1899, S. 935; 1908, S. 355) werden wiederum die stiellosen oder wenigstens undeutlich gestielten oder sonstwie abweichenden Bildungen als „cystolithenähnliche" von den in Stiel und Körper gegliederten getrennt. Es leuchtet ein, daß die SOLEREDERsche Nomenklatur wegen der erforderlichen Bestimmtheit den Vorzug verdient vor dem Gebrauche des Namens durch BORISSOW, wenn dieser sich auch auf Vorgänger

1) Ableitung des Wortes aus griech. κύστις = Blase, und aus λίθος = Stein.

2) Jene knötchenartigen Protuberanzen um die Basis der Haare von *Boraginoideen* scheint auch S. JAKOVLJEVIĆ (1925) untersucht und mit Cystolithen in Beziehung gebracht zu haben, wie aus einer mir nicht zugängigen serbischen Arbeit in Spomenik Serb. Akad. Wiss. 55, 4—29 (1925) geschlossen werden kann (vgl. das Ref. von Prof. PIERRE GEORGÉVITCH im Bot. Centralbl., N. F., 9, 291 [1927]).

berufen kann. Die Ähnlichkeit der Cystolithen mit den RASDORSKYschen Körperchen kann nämlich nur beim Vergleiche der ganzen Reihe der Übergangsbildungen erkannt werden.

§ 3. (Die Einsenkung der RASDORSKYschen Körperchen in die Membran.) — Allerdings kommt BORISSOW (vgl. hauptsächlich 1928, S. 477 u. a.) zu seiner Anwendung des Ausdruckes „Cystolith" wegen des Vorhandenseins einer Zellwandschicht zwischen dem Kieselkörper und dem Lumen der Zelle. Die daran geknüpfte Frage, wie sich in dieser Hinsicht die von mir untersuchten DUVAL-JOUVEschen Körperchen der *Cyperaceen* verhalten, ist nicht ohne weiteres zu beantworten. Die von BORISSOW beschriebenen Verhältnisse sind bei diesen so subtil, daß zu einwandfreier Entscheidung die Präparate nicht immer ausreichen. So habe ich in sehr vielen Fällen von der Ausbildung einer Kammerwand zwischen Kieselkörper und Zellinnern, also von dem Einschluß des Kieselkörpers in die Membran, nichts beobachten können, oft auch dann nicht, wenn die von BORISSOW empfohlenen Färbungsversuche angestellt wurden[1]). In andern Fällen ist die Übereinstimmung mit den von BORISSOW untersuchten Gebilden — und übrigens mit den von HEINRICHER (1885) und LINSBAUER (1911) beschriebenen Bildungen — unverkennbar. Dennoch scheue ich vor der endgültigen Entscheidung jetzt noch zurück, werde aber bemüht sein, im nächsten Sommer an frischem Material die Verhältnisse zu untersuchen und zu photographieren.

Indessen scheint mir, daß die Definierung der cystolithenartigen Membranauswüchse i. S. von BORISSOW in den Begriff ein neues Merkmal hineinträgt, von dem nicht ohne weiteres das Vorhandensein bei allen zugehörigen Bildungen vorausgesetzt werden darf. HEINRICHER ist jedenfalls trotz Nachweises der Einsenkung der Kieselkörper in die Membran nicht dazu gekommen, seine „Zellhautpfropfen" mit Cystolithen zu identifizieren. Wegen der Notwendigkeit, bei Annahme der Nomenklatur BORISSOWs vor der Beschreibung entsprechender Membranverdickungen erst eine nicht immer einfache Untersuchung anstellen zu müssen, erscheint mir seine Auslegung des Begriffes „Cystolith" ferner keineswegs erstrebenswert. Zu einer bequemeren Begriffsumgrenzung

---

1) Freilich sind bis vor kurzem an ausgewachsenen Kegelzellen der *Cyperaceen* selten solche Färbungen vorgenommen worden, während dafür versucht worden ist, durch Einwirkung basischer Farbstoffe auf das in die Zelle eindringende $SiO_2$-Sol den Nachweis der Kieselkörper schon vor eingetretener Gelation zu ermöglichen; vgl. H. PFEIFFER (1928 a, S. 430).

können wir durch Vergleich der heute schon bekannten zentripetalen Membranverdickungen gelangen.

§ 4. (Die Variationsbreite echter Cystolithen.) — Als zentripetale fassen wir sämtliche Vorsprungsbildungen der Zellwand zusammen, welche ins Lumen der Zelle hineinragen (im Gegensatz zu den von dem Zellraum ausstrahlenden, außen z. B. auf der Epidermis gelegenen zentrifugalen Membranverdickungen). Das eigenartigste Beispiel zentripetaler Verdickung kennen wir in den wahren Cystolithen, die im Extrem dadurch zustande kommen, daß ein in das Lumen gerichteter Zapfen gebildet wird, an welchem häufig der oft keulenförmige „Stiel" von der meistens ansehnlichen, geschichteten Masse des „Kopfes" unterschieden werden kann. Diese Gebilde zeigen nun, abgesehen von der Zeit ihres Auftretens und der Dauer ihrer Ausbildung, zahlreiche Variationen in der Gestalt des Stieles (sehr dünn oder fadenförmig bei *Acanthaceen* und *Urticaceen*, ziemlich dick bei *Moraceen*, schließlich mit so breitem basalen Ansatze, daß die Erkennung des Stieles schwierig oder unmöglich ist, wie bei *Cannabineen* und *Cucurbitaceen* usw.) und ebenso des Kopfes (zahlreiche Übergänge zwischen den Typen der Kugel- und Spindelform, wobei eines oder beide Enden der Spindel abgestumpft oder zugespitzt sein können; vgl. HOBEIN 1884, S. 438; aber auch: MEZ 1890; PRIEMER 1893, S. 415 f. u. a.). Durch die von KOHL (1889, S. 119) beschriebenen, offenbar pathologischen Formen des Kopfes wird ferner ein Übergang zu den gestaltlich sehr stark abweichenden (nämlich hirschgeweihartig gegabelten oder schneckenförmig gekrümmten) Cystolithen im Marke von *Fittonia* (RICHTER 1877) geschaffen. Weiter variiert auch die spezielle Ausbildung des Kopfes (Bildung von Schichten oder radialfaserigen Systemen, Art der Verbindung mit dem Stiele usw.) und dementsprechend innerhalb gewisser Grenzen die chemische Zusammensetzung.

Im Hinblick auf den chemischen Aufbau müssen wir den Typus der Cystolithen in $CaCO_3$-haltigen Ausbildungsformen sehen[1]). Doch kann $CaCO_3$ auch zusammen mit $SiO_2$ oder letztere im Überschusse (bei diversen Arten von *Ficus, Pilea* und *Urtica* nach MILIARAKIS 1884, S. 28) auftreten. Die in der Literatur bekannten Fälle kalkfreier Cystolithen, über die RADLKOFER (1890, S. 115 f.) zusammenhängend berichtet hat (vgl. über das Schwinden der

---

1) Einfache Proben auf $CaCO_3$ zur Darstellung der Verteilung der Cystolithen in Übersichtsbildern verdanken wir MOLISCH (1923, S. 52 f.); s. auch diese Berichte 36 477 (1918).

Kalkinkrustation auch RENNER 1910, S. 188), sind nach Untersuchungen von LINSBAUER (1921, S. 42) zumeist typisch kalkhaltige Bildungen, denen aus pathologischen Gründen oder infolge Alterung die normale Inkrustierung verlorengegangen ist; vor allem gilt das für die dort angeführten *Acanthaceen.* Die Entstehung der Vielzahl der Stiele wird von LINSBAUER (1921, S. 45) verglichen mit der Bildung der Stabkörper beispielsweise bei *Coniferen*-Tracheiden, indem die seitlich gestellten Stiele nur eine formale Ähnlichkeit mit dem eigentlichen Grunde des Gebildes haben sollen. Es ist aber fraglich, ob man unter schärferer Fassung der Ausdrucksweise gegenüber derart veränderten Bildungen nicht schon besser von Duplo- bzw. Polycystolithen[1]) reden sollte. Denn die Veränderung innerhalb der Lithocysten — so bezeichnen wir mit RADLKOFER die Behälter der betr. Bildungen; vgl. hierzu RENNER 1910 — ist so tiefgreifend, daß die ursprüngliche Ausbildung kaum noch wiedererkannt wird. Erst recht aber werden wir weitere, stets kalkfrei bleibende Erscheinungsformen, für die eigene Bezeichnungen (vgl. FELLERER 1892) bestehen, nicht mehr zu den wahren Cystolithen rechnen wollen.

§ 5. (Weitere zentripetale Membranverdickungen der Pflanzenzelle.) — Dauernd kalkfrei bleiben nämlich die von SCHOENNETT (1890) entdeckten und von ZALEWSKI (1897) beschriebenen Resinocysten[2]) der *Begoniaceen*, deren Stielchen und Köpfchen aus Zellulose aufgebaut sind, wobei letzteres im Innern harzige Substanzen einschließt (vgl. FELLERER 1892; SOLEREDER 1899, S. 454 f.). Stark ähneln diesen nur noch äußerlich etwas an Cystolithen erinnernden Bildungen die von SCHORN (1907) bei *Girardinia* gefundenen Wandverdickungen, die wegen des Köpfcheninhaltes als „Schleimcystolithen" (trotz des Widerspruches im Namen!) bezeichnet worden sind; sie mögen unter Hervorhebung der Übereinstimmung hier den Terminus „Mucocysten"[3]) erhalten. Als Cystosphaeren[4]) bezeichnen wir ferner flüssige Sekretmassen von starkem Glanze, wenn sie in einer besonderen Hülle auftreten, wobei das Sekret im ganzen harzige Natur haben mag; kaum aber chemisch einheitlich zusammengesetzt sein dürfte. Dieser Typus nähert sich bereits nach Funktion und Ausbildung den Sekretzellen mancher dikotyler Familien (SOLEREDER 1908, S. 356). Abweichend von dem gewöhnlichen Gebrauche des Aus-

1) Abgeleitet von duplus = doppelt, bzw. πολύς = viel.
2) Von lat. resinosus = harzig.
3) Nach lat. mucosus = schleimig.
4) Von griech. σφαῖρα = Kugel.

druckes (nur als Synonym für Resinocysten) möchten wir die eben genannten Variationen unter dem Terminus „Cystotylen“[1]) zusammenfassen.

Sind diese drei Modi zentripetaler Membranverdickung zusammen mit Duplo- und Polycysten etwa als Übergänge der echten Cystolithen zu den nur cystolithenähnlichen Bildungen (i. S. von SOLEREDER) aufzufassen, so finden wir unter letzteren nun eine bunte Formenmannigfaltigkeit, die wir nicht im einzelnen betrachten können, zur besseren Übersicht aber zuvor in drei Gruppen gliedern mögen. Hier muß dabei von den oft verwandten, aber als Innenkörper auftretenden Bildungen[2]) ebenso wie von den Krusten aus Ca-Salzen u. a. Bestandteilen abgesehen werden. So unterscheiden wir neben verschiedenen Arten der Membranprotuberanzen die Verdickungsweisen der Kollenchyme und Sclerenchyme.

Neben echten Cystolithen finden wir bei *Ficus* in andern gleich beschaffenen Epidermiszellen von der Außenwand einspringende Protuberanzen offenbar gleichen chemischen Baues, wie sie uns nach Untersuchungen von PENZIG (1881) auch wieder bei den *Cucurbitaceen* entgegentreten. Können wir diese Formen der Membranverdickung mit größerem Rechte als KOLPIN-RAVN (1897) die von ihm untersuchten Kieselkörper im Blatte von *Loranthaceen* als Reduktionsbildungen echter Cystolithen auffassen, so möchten wir die hypothetische Verbindung der ziemlich ähnlichen Protuberanzen bei andern Familien, von denen daneben Cystolithen nicht bekannt sind, doch nicht herbeiführen. Dahin gehören die Membranpfropfen in der Außenwand der Epidermis bestimmter *Campanulaceen* (HEINRICHER 1885) und die eingesenkten Kieselkörper bei *Bromeliaceen* (LINSBAUER 1911). Es sind im allgemeinen Höcker der Außenwand, die im ausgewachsenen Zustande in die Membran eingesenkt sind und besonders bei *Campanulaceen* als reduzierte Trichome gedeutet werden. Obgleich diese funktionelle Deutung ebenso wie die Lokalisierung an bestimmte Verhältnisse bei Cystolithen erinnern könnte, werden wir gleich HEINRICHER die Bildungen nicht jenen gleichsetzen. Die weiter hier zu

---

1) Vgl. griech. τύλος = Schwiele.

2) Hierher Kristallidioblasten, meistens aus $CaCO_3$ oder Ca-Oxalat, sowie verschiedene Ablagerungsformen von mehreren Ca-Kristallen, ferner sphärokristallinische Bildungen weniger stark wechselnder chemischer Zusammensetzung, endlich verschiedene im Lumen der Zelle auftretende $SiO_2$-Körper; vgl. z. B. MOLISCH, diese Berichte **34**, 154 (1916); **36**, 277 und 474 (1918); ferner SOLEREDER (1911, S. 352 u. f.); MOLISCH (1923, S. 78 f.)

nennenden Protuberanzen, die als DUVAL-JOUVEsche Körperchen (Terminus nach BORISSOW 1925, S. 183) in den Kegelzellen der meisten *Cyperaceen* (PFEIFFER 1921, S. 355 f.; 1927) oder als RASDORSKYsche Körperchen bei bestimmten *Gramineen* (BORISSOW 1924; 1925; 1928) auftreten, entspringen gewöhnlich der Basalmembran der Epidermis- u. a. Zellen, bedecken aber oft auch deren seitliche, seltener die äußeren Wände. Während die RASDORSKYschen Körperchen stets in die Membran eingesenkte Kieselbildungen darstellen, kann die Entscheidung über die genaue Lokalisierung der Kieselsubstanz bei den Kegelzellen der *Cyperaceen* heute noch nicht getroffen werden (§ 3). Im einzelnen scheinen beide Verkieselungsformen sehr viele Übereinstimmung zu zeigen, worauf demnächst zurückzukommen sein wird. Es sei noch bemerkt, daß BORISSOW (1924, S. 367) selbst die Verwandtschaft der RASDORSKYschen Körperchen mit gewissen Zellhautpfropfen erkannt hat.

Bei den wenigen *Cyperaceen*, die durch konstanten oder (seltener) häufigen Mangel der Kegelzellen bemerkenswert sind (PFEIFFER 1920, S. 8; 1921, S. 353 f.; 1925 a, S. 461; 1927, S. 148 f., 151 f.), habe ich mehrfach auf die statt dessen gefundenen, oft abenteuerlich gestalteten Kieselinkrustationen von Vorsprüngen und Windungen der Membranen hingewiesen, in denen ich Übergänge zu den mir bekannten Formen der kollenchymatischen Verdickung und zu den Stereiden sehe. Bekannt ist die typische Erscheinung des Eckenkollenchyms (C. MÜLLER 1890), bei dem sich die Verdickung ganz auf die Zellkanten beschränkt oder mindestens hier besonders auffällig ist. Als spezialisierte Formen werden ferner bereits von MÜLLER beschrieben: das Lückenkollenchym vieler *Kompositen*, das durch Auftreten von Interzellulargängen in der Nachbarschaft der verdickten Zellkanten charakterisiert ist, das Plattenkollenchym („seule membrane mitoyenne collenchymateuse" nach VESQUE) in der gleichen Verwandtschaft, das sich durch alleinige Verdickung der tangentialen Wände unterscheidet, und das Knorpelkollenchym, bei manchen *Umbelliferen*, bei welchem das Innenhäutchen der Membran deutlich differenziert ist und die Wandverdickung unter nur unbestimmter Erkennbarkeit der Mittellamellen alle Zellwandungen ergreift. Durch genauere Untersuchungen mag entschieden werden, wie weit man daneben noch andere Kollenchymausbildungen (Bast- und Metakollenchym, sowie das Protosclerenchym) als spezialisierte Typen gelten lassen will.

§ 6. (Sclerotisierungen von Zellen, insbesondere der Sekundärrinde.) — Zwei Formen sclerenchymatischer Verdickung

werden vom Histologen mit Recht unterschieden, wenngleich sie ökologisch beide als Stereom fungieren[1]). Mag daher in zweifelhaften Zwischenformen (*Rhododendron*, *Cydonia* u. v. a.) die Unterscheidung auch an Bedeutung verlieren, so ist doch für die systematische Erkennung gewisser Gewebe in vielen Fällen die Gegenüberstellung der Sclerenchymfasern und der Sclereiden (Steinzellen) recht praktisch. Man vergleiche dazu etwa die sekundären Rinden von *Ampelopsis* (keine Sclerotisierung), *Rhamnus* (wohl Sclerenchymfasern, aber keine Steinzellen), *Vitis* (umgekehrt nur Steinzellen) und *Aesculus* (beide Sclerotisierungsformen) oder die zahlreichen Beispiele des wechselseitigen oder gemeinsamen Auftretens oder des Fehlens beider bei MOELLER (1882, S. 426 f.). Als Merkmale der Sclerenchymfasern gelten dabei außer der auffallenden Längsstreckung und der prosenchymatischen Verbindung (für unsere Besprechung ohne Bedeutung!) auch gewisse Eigentümlichkeiten der Verdickungsweise der Membranen. Hervorgehoben werden mag als Kennzeichen der Verdickung von Sclerenchymfasern hauptsächlich die scharfe Abgrenzung der Primärmembran von den sekundären Verdickungsschichten, sowie die Spärlichkeit und die fehlende Verzweigung der Tüpfelkanäle, die zudem linksläufig spiralig liegen oder longitudinal die Membran durchsetzen. In chemischer Hinsicht liegt bei den Verdickungsschichten der Sclerenchymfasern gewöhnlich ziemlich unveränderte Zellulose vor; doch kommt auch Verholzung in allen Abstufungsformen (vgl. die Reihe zunehmender Verholzung bei *Linum* — *Cannabis* — *Corchorus!*) vor. Sehen wir von den weit bekannten Merkmalen der Steinzellen ab, so ist ihre Membranverdickung dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtung gleichartiger als bei Sclerenchymfasern erfolgt; ferner durchsetzen gewöhnlich zahlreiche und oft verzweigte Porenkanäle von rundem Querschnitte die meistens stark verholzte Membran. Wegen der genannten Unterschiede in der Verdickungsweise der Membranen beider Sclerotisierungsformen erscheinen diese Bemerkungen auch schon hier berechtigt. Bei vorstehender Charakteristik sehen wir von der oft unterschiedlichen Ausbildungszeit und der vielfach verschiedenen Verteilung und Orientierung in den Schichten der sekundären und primären Rinde ab, da darauf im Zusammenhange mit der Untersuchung der Ursache der Sclerotisierung demnächst am andern Orte eingegangen werden soll.

---

1) Man vgl. hierzu den von LINSBAUER (1921, S. 47) beschriebenen Funktionswechsel eines Lithocysten zur Stereide.

Anm.: Noch manche andere der cystolithenähnlichen Verdickungen werden in die folgende Übersicht nicht mit aufgenommen, da sie mir nicht aus eigener Anschauung bekannt sind. Es darf aber auch von ihnen abgesehen werden, da sie die ursprüngliche Frage über die nomenklatorische Einordnung der RASDORSKYschen Körperchen nicht berühren. So werden nicht eingeordnet: die verkalkten Körper in den Endzellen zweiarmiger Haare bei manchen *Papilionaceen*, die vielen Formen der Haarcystolithen (*Loasaceen*, *Cucurbitaceen*, *Kompositen*, *Euphorbiaceen*, *Oleaceen*) und die zugleich mit diesen auftretenden Protuberanzen in mancherlei Epidermiszellen (*Urticaceen*, *Polemoniaceen*, *Hydrophyllaceen*, *Boraginaceen*, *Scrophulariaceen*, *Mimoseen* u. v. a. mehr; vgl. SOLEREDER 1908, S. 356). Ebenso ist mir nicht bekannt, wie weit die Libriformfasern in der feineren Verdickungsweise mit den Sclerenchymfasern übereinstimmen; auch diese sind daher nicht mit in die Übersicht aufgenommen worden.

§ 7. (Zusammenfassung.) — Zur begrifflichen Umgrenzung der in dem Klassifikationsschema (siehe umstehend) nochmals übersichtlich veranschaulichten Termini mögen ein paar kurze Leitsätze dienen:

a) Cystolithen (im wahren Sinne) sind in der Epidermis und im Mesophyll des Blattes und in Mark und Rindenkörper der Achse auftretende, meistens mit $CaCO_3$ und $SiO_2$ oder mit einer dieser Substanzen inkrustierte Membranauswüchse von gewöhnlich ausreichend erkennbarer Gliederung in verschieden beschaffenen Stiel und nach Form und chemischem Aufbau sehr variablen Kopf; die anorganische Inkrustierung kann in bestimmten Fällen wechseln oder abnehmen oder einer Verholzung Platz machen, zumal infolge pathologischer Veränderungen oder beim Altern der Gewebe. Auch der Stiel kann fehlen.

b) Als Duplo- und Polycysten werden in der Literatur beschriebene morphogene Variationen des Grundtypus zusammengefaßt, welche durch große Mannigfaltigkeit in der Anheftungsweise des eigentlichen Cystenkörpers und in dessen spezieller Ausbildungsart bei typisch vorhandener anorganischer Inkrustierung charakterisiert sind. Durch Fehlen der kristallinischen Infiltrationsmasse (*Begoniaceen*) wird ein Übergang zu manchen Cystotylen (meistens Cystosphaeren) geschaffen.

c) Für die Gesamtheit der nach dem chemischen Aufbau abweichenden, morphologisch aber dem Typus noch nahen Gebilde wird der Terminus „Cystotylen“ (s. lat.) vorgeschlagen und darunter außer den früher schon so bezeichneten Resinocysten auch noch die Mucocysten und Sphärocysten eingeschlossen. Eine solche Einteilung der Cystotylen verwendet teils die chemische Natur der von der Cyste eingeschlossenen (harzigen bzw. schleimigen) Substanzen, teils ohne Beachtung der chemisch wohl

Tabelle über zentripetale Membranverdickungen der Pflanzenzelle.

| Zusammengefaßter Typenwert | Terminus | Autor | Vorkommen | Entdecker |
|---|---|---|---|---|
| I. extremer Typus | 1. Cystolithen | WEDELL 1854 | *Moraceen, Urticaceen, Acanthaceen* u. a. | MEYEN 1839 |
| II. morphogene Variation des Grundtypus | 2. Duplo- und Polycysten | (PFEIFFER) | *Olacineen, Cucurbitaceen, Acanthaceen, Champereira* | (nicht festgestellt) |
| III. Cystotylen[1]) (s. lat.) | 3. Resinocysten | SCHOENNETT | *Begoniaceen* | SCHOENNETT 1890 |
| | 4. Mucocysten | SCHORN (PFEIFFER) | *Girardinia* | SCHORN 1907 |
| | 5 Sphaerocysten | FELLERER | *Begoniaceen* | FELLERER 1892 |
| IV. Protuberanzen der Außenmembran | 6. Membran-inklusionen | (Name: PFEIFFER) | *Campanulaceen, Bromeliaceen* | HEINRICHER 1885; LINSBAUER 1911 |
| V. Protuberanzen d. inneren u. seitl. Membran | 7. DUVAL-JOUVEsche Körperchen | BORISSOW 1925 | die meisten *Cyperaceen* | DUVAL-JOUVE 1873 |
| | 8. RASDORSKYsche Körperchen | BORISSOW 1924 | *Gramineae-Andropogoneae* | J. KLINGE 1879 |
| VI. Kollenchyme | 9. Eckenkollenchym | Name: LINK; Begriff: SCHLEIDEN | allgemein, bes. in noch der Streckung unterworfenen Geweben | SCHLEIDEN |
| | 10. spezialisierte Kollenchyme | C. MÜLLER 1890 | vgl. hierzu den Text | C. MÜLLER 1890 |
| VII. Sclerenchyme | 11 Sclerenchymfasern 1865 | Begriff nach METTENIUS | in mannigfacher Verteilung in Rinden, am höchsten entwickelt bei Monokotylen | nicht festgestellt |
| | 12. Sclereiden | TSCHIRCH 1889 | vielfach in Rinden, Blättern od. im Fruchtgewebe | |

[1]) Bei PRIEMER (1893, S. 415 f.) angewendet auf Kugelcystolithen.

nicht stark abweichenden Einschlußmasse die summarisch genommene, an Polycysten erinnernde Ausbildungsweise; unsere Kenntnisse reichen aber zur Durchführung eines einzigen Einteilungsprinzips nicht aus. Auf den Übergang von Sphärocysten zu manchen Sekretbehältern ist hingewiesen worden.

d) Von den Membranprotuberanzen nähern sich dem Cystolithentypus besonders die in der Außenmembran angebrachten Inklusionen aus $SiO_2$ (Zellhautpfropfen), für die wir Beispiele bei *Campanulaceen* und *Bromeliaceen* erwähnt haben.

e) Diesen Membraneinschlüssen im Wesen sicher ähnlich sind die hier betrachteten Protuberanzen der inneren und seitlichen Membranen von Epidermiszellen (resp. in sinngemäßer Übertragung der Zellrichtungen auch an Elementen tieferer Schichten der Achse), nämlich die DUVAL-JOUVEschen und RASDORSKYschen Körperchen.

f) Eine weitere Kategorie zentripetaler Membranverdickungen ist in den Kollenchymen besprochen worden, von denen neben einem Grundtypus eine Reihe spezialisierter Formen zu unterscheiden sind.

g) Mit SACHS, DE BARY u. a. werden schließlich die Sclerenchymfasern und die Sclereiden (Steinzellen) unter dem Begriff des Sclerenchyms zusammengefaßt, wenn wir uns auch nicht dem Einwande HABERLANDTs verschließen wollen, daß dadurch als einziges Kriterium beider die Verdickung der Membran benutzt wird. Doch ist eine solche Zusammenfassung der beiden Verdickungsmodi als Gegensatz zu den Kollenchymen sicher berechtigt.

* * *

Wenn wir zurückschauen, so fallen uns zwar die zahlreichen Übergänge in der Ausbildung der zentripetalen Membranverdickungen auf, aber die RASDORSKYschen (und ebenso die DUVAL-JOUVEschen) Körperchen weisen doch viel größere Unterschiede gegenüber den ursprünglich als Cystolithen beschriebenen Bildungen auf als gegenüber gewissen Membraneinschlüssen, die übrigens ebenfalls aus $SiO_2$ aufgebaut sind. Nach meiner Meinung sollte man deswegen die Ähnlichkeit mit Cystolithen nicht so hoch veranschlagen, daß man sogar den Namen übernimmt; sonst übersehen wir den Nutzen der Namengebung überhaupt. Wie sehr die ungleichartige Umgrenzung botanischer Termini die Erforschung der jeweiligen Strukturen erschweren und hemmen kann, habe ich erst kürzlich gelegentlich meiner

Bearbeitung der „Trennungsgewebe“ für das K. LINSBAUERsche Handbuch erfahren (vgl. PFEIFFER 1928 b, S. 4, 5, 8, 28, 37, 162 u. a.). So halte ich die eindeutige Anwendung einmal aufgestellter Ausdrücke für ein wichtiges Erfordernis aller naturwissenschaftlichen Arbeit:

„Und was in schwankender Erscheinung schwebt,
befestige mit dauernden Gedanken!“ (GOETHE.)

---

### Genauer angeführte Literatur.

BARY, A. DE, 1877, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne, Leipzig.

BORISSOW, G., 1924, Über die eigenartigen Kieselkörper in der Wurzelendodermis bei *Andropogon*-Arten, diese Berichte 42, 366.

—, —, 1925, RASDORSKYs Körperchen beim *Ravenna*-Gras, diese Berichte 43, 174.

—, —, 1928, Weiteres über die RASDORSKYschen Körperchen, diese Berichte 46, 463.

CZAPEK, FR., 1913, Biochemie der Pflanze, 2. Aufl., 1, Jena.

FELLERER, C., 1892, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Begoniaceen, Dissert. München.

FRIEDRICH, H. A., 1901, Beiträge zur Blattanatomie der Acanthaceen, Dissert. Heidelberg.

HEINRICHER, E., 1885, Ein reducirtes Organ bei *Campanula persicifolia* und einigen andern *Campanula*-Arten, diese Berichte 3, 4.

HOBEIN, M., 1884, Über den systematischen Werth der Cystolithen bei den Acanthaceen, ENGLERs Bot. Jahrb. 5, 422

HOFMEISTER, FR., 1867, Die Lehre von der Pflanzenzelle, Leipzig.

KOHL, F. G., 1889, Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze, Marburg.

KOLPIN-RAVN, F., 1897, Sur l'existence de „cystolithes rudimentaires“, Bot. Tidsskr. 21, 311.

LINSBAUER, K., 1911, Zur physiologischen Anatomie der Epidermis und des Durchlüftungsapparates der Bromeliaceen, Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-nat. Kl. (I), 120, 353.

—, —, 1921, Über die kalkfreien Cystolithen der Acanthaceen, diese Berichte 39, 41.

MEYEN, FR., 1839, in J. B. MÜLLERs Archiv, S. 255 (zit. nach DE BARY 1877 S. 109).

MEZ, C., 1890, Morphologische und anatomische Studien über die Gruppe der Cordieae, ENGLERs Bot. Jahrb. 12, 526.

MILIARAKIS, S., 1884, Die Verkieselung lebender Elementarorgane bei den Pflanzen, Dissert. Würzburg.

MOELLER, J., 1882, Anatomie der Baumrinden, Berlin.

MOHL. H. v., 1861, Über das Kieselskelett lebender Pflanzenzellen, Bot. Zeitg. 19, 209, 217, 225, nebst Nachtrag S. 305.

MOLISCH, H., 1923, Mikrochemie der Pflanze, 3. Aufl., Jena.

MÜLLER, C., 1890, Ein Beitrag zur Kenntnis der Formen des Collenchyms, diese Berichte 8, 150.

PAYEN, A., 1846, Concrétions et incrustations minérales, Mém. pres. p. div. sav. sc. math. et phys. 9.
PENZIG, OTTO, 1881, Zur Verbreitung der Cystolithen im Pflanzenreiche, Bot. Centralbl. 8, 150.
PFEIFFER, HANS, 1920, Zur Systematik der Gattung *Chrysithrix* und anderer *Chrysithrichinae*, diese Berichte 38, 6.
—, —, 1921, Der heutige Stand unserer Kenntnisse von den Kegelzellen der Cyperaceen, diese Berichte 39, 353.
—, —, 1925 (a), Vorarbeiten zur systematischen Monographie der Cyperaceae-Mapanieae, Bot. Arch. 12, 446.
—, —, 1925 (b), Aus der Entwicklungsgeschichte der Kegelzellen der Cyperaceen, diese Berichte 43, (26).
—, —, 1927, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen, I. Die Anatomie der Blätter, Beih. Bot. Centralbl. (I), 44, 90.
—, —, 1928 (a), Über Methoden zum Studium der Verkieselungsprozesse innerhalb lebender pflanzlicher Zellen, Arch. f. exper. Zellforsch. 6, 418.
—, —, 1928 (b), Die pflanzlichen Trennungsgewebe, in K. LINSBAUER, Handb. d. Pfl.-Anat., I, 1, 5, Berlin.
PRIEMER, FR., 1893, Die anatomischen Verhältnisse der Laubblätter der Ulmaceen (einschl. Celtideen) und die Beziehungen zu ihrer Systematik, ENGLERs Bot. Jahrb. 17, 419.
RADLKOFER, L., 1891, Über die Gliederung der Familie der Sapindaceen, Sitz.-Ber. Bayr. Akad., math.-physik. Kl., 20, 105.
RENNER, O., 1910, Die Lithocysten der Gattung *Ficus*, Beih. Bot. Centralbl. (I), 25, 183.
RICHTER, K., 1877, Beiträge zur genaueren Kenntnis der Cystolithen und einiger verwandter Bildungen im Pflanzenreiche, Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., (I), 76, 145.
SACHS, JULIUS, 1873, Lehrbuch der Botanik, 3. Aufl., Leipzig.
SCHACHT, H., 1854, Über die gestielten Traubenkörper im Blatte vieler Urticaceen etc., Abh. Senckenberg. Ges. Frankfurt a./M. 1, 133.
SCHOENNETT, MAKSYMILIJAN, 1890, Rezynocysty, Kosmos d. Poln. naturf. Ver. in Lwów 18, 382.
SCHORN, F., 1907, Über Schleimzellen von Urticaceen und über Schleimcystolithen von *Girardinia palmata* Gaudich., Sitz.-Ber. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., (I), 116, 393.
SOLEREDER, HANS, 1899, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart.
—, —, 1908, Ergänzungsband dazu, Stuttgart.
WEDELL, A., 1854, Sur les cystolithes calcaires des Urticées et d'autres végétaux, Ann. sc. nat., Bot., 4. sér., 2, 267.
WISSELINGH, C. VAN, 1924, Die Zellmembran, in K. LINSBAUER, Handb. d. Pfl.-Anat., I, 1, 3/2, Berlin.
ZALEWSKI, A., 1897, Referat über SCHOENNETT (1890), Bot. Centralbl. 70, 50—55.

## 18. N. Katz: Die Zwillingsassoziationen und die homologen Reihen in der Phytosoziologie.

(Mit 1 Abbildung im Text)

(Eingegangen am 18. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

In dieser Mitteilung werden wie in meinen früheren Arbeiten die Assoziationen auf Grund der in jeder Schicht dominierenden Arten (eine oder zwei Arten in jeder Schicht) bestimmt und festgestellt. Unter der dominierenden Art verstehe ich eine solche, welche in der Assoziation die größte Dominanz oder den höchsten Deckungsgrad erreicht.

Der Assoziationsname wird aus den lateinischen Namen der dominierenden Arten nach der doppelten Nomenklatur zusammengestellt, wobei diese Arten von den höheren zu den niedrigeren Schichten geordnet sind. Die Schichten werden durch einen Strich voneinander getrennt. Wenn in einer Schicht zwei Arten dominieren, so sind die Namen dieser letzteren durch ein Kreuz verbunden. Beispiel: *Picea excelsa* — *Tilia cordata* + *Sorbus Aucuparia* — *Aspidium spinulosum* — *Oxalis Acetosella*. — Die vierschichtige Assoziation mit zwei dominierenden Arten *Sorbus* und *Tilia* in der 2. Waldschicht.

Der Assoziationsname enthält also eine kurze Diagnose und gibt eine gewisse Vorstellung über die morphologische Struktur derselben. Zwillingsassoziationen (Terminus von R. HULT) werde ich bei der weiteren Auslegung die zwei- und mehrschichtigen Assoziationen nennen, welche in einer Schicht verschiedene dominierende Pflanzen, in allen anderen aber dieselben Pflanzen haben (siehe N. KATZ — (5)):

*Pinus silvestris* - *Ledum palustre* - *Sphagnum angustifolium*-Ass.

*Pinus silvestris* - *Cassandra calyculata* - *Sphagnum angustifolium*-Ass.

*Pinus silvestris* - *Eriophorum vaginatum* - *Sphagnum angustifolium*-Ass.

Zwei Assoziationen, von welchen die eine sich nur durch nachträgliche Schicht von der anderen unterscheidet, nenne ich supplementäre in bezug auf die Schichten[1]):

1) Dieser Terminus wurde von mir nach dem Vorschlage des Herrn Prof. W. W. ALECHIN eingeführt.

*Pinus* - *Picea* - *Vaccinium Myrtillus* - *Hypnum Schreberi*-Ass.

*Pinus silvestris* - *Picea excelsa* - *Hypnum Schreberi*-Ass.

Zwillingsassoziationen, welche nach dem Grade ihrer floristischen Ähnlichkeit geordnet sind, bilden „die Reihe der Zwillingsassoziationen“ (siehe unten Beispiel). Da die floristische Ähnlichkeit der Assoziationen auch ihre ökologische Nähe voraussetzt, so stellt „die Reihe der Zwillingsassoziationen“ auch einen besonderen Fall einer idealen, d. h. gewöhnlich in der Natur nicht vollständig existierenden ökologischen Reihe dar. Es ist verständlich, daß die ökologische Reihe nicht notwendig aus den Zwillingsassoziationen gebildet werden muß.

Eine oder mehrere nebeneinander stehende Assoziationen der Zwillingsreihe, welche in einem bestimmten Gebiete am meisten verbreitet sind, bilden „den Kern der Zwillingsreihe“. Die Assoziationen selbst werden hier „Kernassoziationen der Reihe“ genannt.

Wenn die Zwillingsassoziationen gleichzeitig vertikale und horizontale „Reihen“ bilden, so werden diese Reihen „homologe Reihen“ genannt.

Die Gesetzmäßigkeiten der Struktur der Zwillingsassoziationen und besonders „der homologen Reihen“ haben eine sehr große Bedeutung beim Studium der Gesetze der Struktur der Pflanzendecke überhaupt. Die Betrachtung der Gesetzmäßigkeiten und der Struktur der homologen Reihen bildet den Gegenstand dieser Arbeit.

Einige von den hier behandelten Fragen wurden auch in meinen früheren Arbeiten hervorgehoben (3), (4), (5), (6). Aber erst hier bekommen diese Fragen und besonders die Idee der homologen Reihen selbst eine klare Formulierung und eine Auflösung, welche der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse und das Material, das faktisch bis jetzt gewonnen ist, ermöglichen. Der Terminus selbst, „die homologen Reihen“, ist hier zum ersten Male in die Phytosoziologie eingeführt.

Nachfolgend ist ein Beispiel der „homologen Reihen“ der Zwillingsassoziationen der mittelrussischen Hochmoore angeführt (Tabelle 1).

Die Konstanzzahlen K % der Tabelle sind aus meiner früheren Arbeit (N. KATZ: (4), Tabelle 2, S. 297) entnommen und bedeuten die Anzahl der Probeflächen von 1 m² Größe, in denen die eine

Tabelle 1.

| Q | | *Vaccinium Myrtillus* K % | *Vaccinium vitis idaea* K % | *Dicranum undulatum* K % | *Hylocomium Schreberi* K % | *Ledum palustre* K % | *Vaccinium uliginosum* K % | *Andromeda polyfolia* K % | *Drosera rotundifolia* K % | *Sphagnum medium* K % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (49) | *Pinus silvestris - Ledum palustre - Sphagnum recurvum*-Ass. . . . . . | 24,5 | 53,1 | — | 12,2 | 100 | 51,0 | 32,7 | — | 63,3 |
| (15) | *Pinus silvestris - Ledum palustre - Sphagnum medium*-Ass. . . . . . . | — | 6,7 | — | — | 100 | 20,0 | 86,7 | 13,3 | 100 |
| (260) | *Pinus silvestris - Cassandra calyculata - Sphagnum recurvum*-Ass. . . . . | 15,0 | 11,2 | 3,1 | 6,5 | 79,6 | 5,0 | 55,0 | 6,2 | 76,5 |
| (54) | *Pinus silvestris - Cassandra calyculata - Sphagnum medium*-Ass. . . . . . | — | 1,9 | — | — | 75,9 | 5,6 | 63,0 | 11,1 | 100 |
| (233) | *Pinus silvestris - Eriophorum vaginatum - Sphagnum recurvum*-Ass. . . . . . . . . | 2,1 | 11,6 | 0,8 | 1,7 | 52,4 | 1,7 | 28,8 | 47,6 | 92,7 |
| (56) | *Pinus silvestris - Eriophorum vaginatum - Sphagnum medium*-Ass. | 1,8 | 12,5 | — | — | 42,9 | — | 37,5 | 55,4 | 100 |

oder die andere Art angetroffen wurde; diese Anzahl ist in Prozent der gesamten untersuchten Probeflächen ausgedrückt. Die Ziffern in den Klammern (Q) bezeichnen die totale Anzahl der untersuchten Probeflächen.

Jede Assoziation mit *Sphagnum recurvum* (= *Sph. angustifolium* Jens.) unterscheidet sich von der Zwillingsassoziation ihrer Reihe, in der *Sphagnum medium* dominiert, durch höhere Konstanz der Pflanzen, welche für den mineralischen Waldboden, wie *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Hylocomium Schreberi*, *Dicranum undulatum*, oder für den ± trockenen und zersetzten Torf, wie *Ledum palustre* und *Vaccinium uliginosum*, charakteristisch sind. Umgekehrt haben die hydrophilen Moorpflanzen *Andromeda*,

*Drosera* und *Sphagnum medium* in den an *Sphagnum medium* reichen Assoziationen eine höhere Konstanz.

Das Verhalten der obengenannten Pflanzen steht mit der Ökologie der Assoziationen in guter Übereinstimmung. In der Natur trifft man die angeführten an *Sphagnum angustifolium* reichen Assoziationen auf dem trockeneren und stärker zersetzten Torf als die Zwillingsassoziationen mit *Sphagnum medium*.

Also können wir in den angeführten homologen Reihen eine parallele Veränderung der floristischen Eigenschaften (d. h. der Konstanz) der Zwillingsassoziationen feststellen. Diese Veränderung geht mit der Ökologie dieser Assoziationen Hand in Hand. Mit anderen Worten: Es unterscheidet sich die obere Assoziation der einen Reihe von der unteren Assoziation durch dieselben Merkmale, wie die obere Assoziation der anderen Reihe von ihrer unteren Nachbarin.

Tabelle 2.

| Q —1 m² | | 1 *Melampyrum pratense* K % | 2 *Vaccinium Myrtillus* K % | 3 *Vaccinium vitis idaea* K % | 4 *Dicranum undulatum* K % | 5 *Hylocomium Schreberi* K % | 6 *Ptilium Crista Castrensis* K % | 7 *Carex digitata* K % | 8 *Stellaria Holostea* K % | 9 *Oxalis Acetosella* K % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (22) | *Pinus silvestris* - *Picea excelsa* - *Oxalis Acetosella* - *Hylocomium Schreberi*-Ass. . . . | 36,4 | 13,6 | 9,1 | 13,6 | 100 | — | 63,6 | 36,4 | 100 |
| (12) | *Pinus silvestris* - *Picea excelsa* - *Majanthemum bifolium* - *Hylocomium Schreberi*-Ass. . . . . | 66,7 | 75 | 100 | 25 | 100 | 91,7 | — | — | 8,3 |
| (14) | *Picea* - *Oxalis Acetosella* - *Hylocomium splendens*-Ass. . . . . . . . | — | — | — | 35,7 | 92,9 | 57,1 | 100 | 100 | 100 |
| (9) | *Picea excelsa* - *Majanthemum bifolium* - *Hylocomium splendens*-Ass. . . . . . . . . | 55,6 | 55,6 | 100 | 55,6 | 100 | 66,7 | 22,2 | — | 100 |

Die Stelle der Assoziationen in den homologen Reihen gibt uns eine Vorstellung von ihren floristischen Eigenschaften und ihrer Ökologie.

Noch ein Beispiel der homologen Reihen der Waldassoziationen. Die Tabelle 2 ist auf Grund meiner noch nicht veröffentlichten Untersuchungen in Gouv. Nischni-Nowgorod 1928 zusammengestellt.

In den zwei vertikalen Reihen unterscheiden sich die beiden *Oxalis*-Assoziationen von ihren Zwillingen mit *Majanthemum* durch die höhere Konstanz der ziemlich anspruchsvollen Arten (7—9) und durch die niedrigere Konstanz der verh. anspruchslosen Pflanzen (1—6), welche ihr Optimum in den Kiefernwäldern oder mindestens wie *Ptilium* und *V. Myrtillus* auf frischem, sandigem Boden finden.

Nach meinen Beobachtungen sind die *Majanthemum*-reichen Assoziationen minder eutraphent als die *Oxalis*-reichen. Es ist merkwürdig, daß trotz der ziemlich kleinen Anzahl der untersuchten Probeflächen die Anzahl der regelmäßigen Arten ziemlich groß ist.

Wir wollen noch ein Beispiel der Reihen der Zwillingsassoziationen geben, nämlich die der Hochmoore der am Baltischen Meere liegenden Gebiete — Gouv. Leningrad, Finnland, Schweden, haupts. aus ihrem südlichen Teil. Das Material für dieses Beispiel (Tabelle 3) lieferten die Arbeiten von G. du Rietz (2), H. Osvald (7), J. Bogdanowskaja (1) und H. Waren (9).

Tabelle 3.

| ↓ Zunahme der Hydrophilie | ↓ Zunahme der Hydrophilie | |
|---|---|---|
| ***Calluna vulgaris — Sphagnum fuscum*** | *Eriophorum vaginatum — Sph. fuscum* | |
| ***Calluna vulg. — Sphagnum rubellum*** | *Eriophorum vagin. — Sph. rubellum* | |
| ***Calluna — Sphagnum magellanicum*** | ***Eriophorum vagin. — Sph. magellanicum*** | *Scheuchzeria palustris — Sph. magellanicum* |
| *Calluna — Sphagnum balticum* | ***Eriophorum vagin. — Sph. balticum*** | ***Scheuchzeria palustris — Sph. balticum*** |
| | *Eriophorum vagin. — Sph. Dusenii* | ***Scheuchzeria palustris — Sph. Dusenii*** |
| | *Eriophorum vagin. — Sph. cuspidatum* | ***Scheuchzeria palustris — Sph. cuspidatum*** |

→ Zunahme der Hydrophilie

Die Hydrophilie der Assoziationen nimmt in den vertikalen Reihen der Zwillingsassoziationen von oben nach unten und in den horizontalen von links nach rechts zu. Leider ist die Feststellung der floristischen Verschiedenheiten der Assoziationen unmöglich, weil die Anzahl der untersuchten Probeflächen in mehreren Fällen zu gering ist.

In der Tabelle fallen leere Stellen ins Auge, da die Reihen nicht gleiche Länge haben. Diese Stellen sind eher durch das Fehlen oder wenigstens durch das sehr seltene Vorkommen der Assoziationen — die diese Zwischenräume einnehmen könnten — in der Natur als durch Mangel an Beobachtungen zu erklären. Es ist merkwürdig, daß in jeder vertikalen Reihe die in der Natur weit verbreiteten[1]) Assoziationen (Fettdruck) nebeneinander[2]) stehen. Sie bilden sozusagen „den Kern der Zwillingsreihe". Weiter nach der oberen oder der unteren Grenze der Reihe, oft aber gleichzeitig hinauf und hinab (siehe z. B. die Reihe „*Eriophoreta sphagnosa*") schließen sich diesen Assoziationen diejenigen an, welche in der Natur seltener, oft nur als Fragmente vorkommen und nur eine unbedeutende Fläche einnehmen — z. B. *Calluna-Sph. balticum*-Ass.; *Scheuchzeria-Sph. magellanicum*-Ass. Diese seltenen Assoziationen schließen die Reihe ab. Es deutet also die Stelle einer Assoziation in der Reihe in gewissem Maße auf ihre Rolle in dem Raume hin.

Betrachten wir das gesamte in Frage kommende Gebiet, d. h. das russische baltische Gebiet, Südschweden und Süd-Westfinnland, so finden wir in der Reihe *Sphagneta callunosa* drei Kernassoziationen (Fettdruck). Im russischen baltischen Gebiete, Ostschweden und Süd-Westfinnland tritt die *Calluna — Sphagnum fuscum* als Kernassoziation in Vordergrund. In Zentralschweden wird diese letztere durch *Calluna-Sphagnum magellanicum*-Ass. und in Westschweden durch *Calluna-Sphagnum rubellum*-Ass. ersetzt (nach H. OSVALD). Es kann sich also der Kern der Reihe in verschiedenen Gebieten verschieben.

Der Grund, weshalb die Stelle einer Assoziation in der Reihe auf ihre Rolle in dem Raume hindeutet, liegt darin, daß der Häufigkeitsgrad der Assoziationen in einem bestimmten Gebiete eine Funktion der Ökologie ihrer dominierenden Arten ist. Die

---

1) Wir sprechen hier von dem relativen Verbreitungsgrad der Assoziation im Vergleich zu den anderen Assoziationen derselben Reihe.

2) Wo die Pflanze die geographische Grenze ihrer massenhaften Verbreitung findet, dort kann der Kern „zerreißen", und die Kernassoziationen werden getrennt.

Abbildung erklärt uns die räumlichen Beziehungen in der Reihe *Sphagneta callunosa*. Jeder Kreis stellt „einen Dominanzkreis" im Sinne WARENs (9, S. 25) dar, d. h. die Gesamtheit aller Assoziationen, in denen die fragliche Art dominiert. Je näher die Ökologie zweier Assoziationsbilder — *Calluna* und *Sphagnum* — ist, oder je mehr ihre „Amplituden der Dominanz" (engl. „Amplitude of

Sphagnum fuscum

Calluna vulgaris

Sphagnum balticum

Sphagnum medium

dominance"[1]) zusammenfallen, desto mehr decken sich die Dominanzkreise dieser zwei Arten, und desto häufiger trifft man infolgedessen in der Natur ihre Kombination oder Assoziation, und desto standhafter ist sie gewöhnlich in der Zeit. Die Amplitude der Dominanz von *Calluna* fällt am nächsten mit derjenigen von *Sphagnum fuscum* zusammen, da die beiden Arten in bezug auf den Feuchtigkeitsgrad auf den Hochmooren ziemlich nahe Ansprüche zeigen. Der gemeinsame Teil der sich deckenden Dominanzkreise von *Calluna* und *Sphagnum fuscum* (schraffiert) ist größer als die anderen

1) „The range of conditions in which a given species is dominant" (N. KATZ (3), S. 181).

schraffierten Abbildungen des Schemas; oder mit anderen Worten: die *Calluna - Sphagnum fuscum*-Ass. ist mehr verbreitet als die zwei anderen Zwillingsassoziationen mit *Sph. magellanicum* etc. In der Wirklichkeit spielt an den russischen Küsten des Baltischen Meeres und in einem bedeutenden Teile Fennoskandias, mit Ausnahme der Gebiete, wo *Sphagnum fuscum* auf den Hochmooren überhaupt keine große Fläche einnimmt (z. B. in Westschweden), die *Calluna vulgaris - Sphagnum fuscum*-Ass. eine wichtigere Rolle, als die zwei anderen *Sphagnum*-reichen *Calluna*-Assoziationen.

Die Amplitude der Dominanz von *Calluna* und der hydrophilsten Art des Schemas *Sphagnum balticum* decken sich nur sehr wenig, da die letztere Art viel hydrophiler ist als *Calluna*. Daher ist der gemeinsame Teil der Dominanzkreise zweier Arten sehr gering, sowie die Fläche der *Calluna - Sph. balticum*-Ass., d. h. der schraffierte Teil des Schemas. Man kann leicht bemerken, daß die Häufigkeit des Vorkommens einer Assoziation in bedeutendem Maße mit der Rolle der dominierenden Arten in der Natur nicht im direkten Zusammenhange steht. Z. B. *Sph. balticum* sowie *Calluna vulgaris* sind auf den Hochmooren des südöstlichen Schwedens und der russischen Küste des Baltischen Meeres weit verbreitet. Die *Calluna vulgaris - Sphagnum balticum*-Ass. ist aber selten. Sie wurde nur auf Ryggmossen bei Upsala in der Form sehr kleiner Fragmente beobachtet (G. E. DU RIETZ et J. NANNFELDT (2)).

Wir können auch in den horizontalen Reihen der Tabelle 3 „die Kernassoziationen" beobachten. In der oberen Reihe stellt *Calluna vulgaris — Sph. fuscum* die Kernassoziation dar. Die *Eriophorum vagin. - Sph. fuscum*-Ass. spielt in der Natur eine viel geringere Rolle als diese letztere, da *Eriophorum vaginatum* ihr Optimum in bedeutend feuchteren Standorten als *Calluna* findet. Die *Scheuchzeria-Sph. fuscum*-Ass. existiert in der Natur überhaupt nicht oder ist äußerst selten, da die beiden Arten ganz verschiedene Amplituden der Dominanz haben. In sehr feuchten Standorten, wo *Scheuchzeria*, eine sehr hydrophile Art, massenhaft vorkommt, kann *Calluna* wegen zu hohen Feuchtigkeitsgrades nicht dominieren. Ich muß hier bemerken, daß *Calluna*, *Eriophorum vaginatum*, *Scheuchzeria* und *Sph. fuscum* zu den häufigsten Moorpflanzen in einem bedeutenden Teile des fraglichen Gebietes gehören. Aber nicht alle von ihnen gebildeten Assoziationen spielen hier eine große Rolle.

Die oben angeführten Beispiele sind nur besondere Fälle der von mir festgestellten Gesetzmäßigkeit (N. KATZ (5)), daß in einigen Vegetationstypen die ökologisch verwandten Arten in verschiedenen

Assoziationen vorwiegend insgesamt, d. h. auf denselben Probeflächen („Positive verbindende Konstanz“ N. KATZ (5)), und die ökologisch heterogenen vorwiegend getrennt, d. h. auf verschiedenen Probeflächen („Negative verbindende Konstanz“) in der Natur vorkommen. Eine ähnliche Ökologie vereinigt hauptsächlich die Arten in den Assoziationen besonders in Hochmoorgesellschaften, wo die Einwirkung der Pflanzen, wenigstens der Feldschichtarten aufeinander, in der Zusammensetzung der Assoziationen gewöhnlich eine geringere Rolle spielt als die Ökologie (Ausführlicheres darüber siehe N. KATZ (5)).

Die Kerne in den benachbarten Reihen liegen nicht auf demselben Niveau, verschieben sich aber gesetzmäßig. So liegt „der Kern“ in der *Calluna*-Reihe am höchsten; in der *Eriophorum*-Reihe liegt er niedriger; in der *Scheuchzeria*-Reihe am niedrigsten. Das hat seinen Grund darin, daß *Calluna* mit der am wenigsten hydrophilen Art *Sphagnum fuscum* die Kernassoziation *Calluna* — *Sph. fuscum* bildet, und diese am häufigsten verbreitete Assoziation auch die oberste und am wenigsten hydrophile der *Calluna*-Reihe ist. *Eriophorum*, eine im Vergleich mit *Calluna* mehr feuchtigkeitsliebende Pflanze, bildet die Kernassoziationen der *Eriophorum*-Reihe mit den schon verhältnismäßig hydrophilen *Sphagna* — *Sph. magellanicum* und *Sph. balticum*. Diese Kernassoziationen sind hydrophiler als die *Calluna*-, *Sphagnum fuscum*-Ass. und liegen niedriger als diese letztere. Endlich liegt der Kern der *Scheuchzeria*-Reihe — die beiden niedrigsten Assoziationen, welche die Kombinationen der hydrophilsten Pflanzen, *Scheuchzeria*, *Sph. Dusenii* und *Sph. cuspidatum* darstellen — noch niedriger als die Kernassoziationen der *Eriophorum*-Reihe. Kurz gesagt: die Verschiebung der Kerne hängt von der früher behandelten Eigenschaft der ökologisch am nächsten stehenden Arten ab, die am meisten verbreiteten oder „Kernassoziationen“ zu bilden.

Die Ergebnisse können folgendermaßen formuliert werden:

1. Die Zwillingsassoziationen in den homologen Reihen sind nach ihrer floristischen und ökologischen Nähe geordnet, wobei die Assoziationen, je näher sie in den Reihen stehen, desto ähnlicher in bezug auf ihre floristischen Eigenschaften und Ökologie sind. Also bestimmt die Stelle der Assoziation in der Reihe gewissermaßen ihre Ökologie und ihre Eigenschaften.

2. Die floristische Zusammensetzung der Assoziationen verändert sich gesetzmäßig in den parallelen homologen Reihen, wobei die Konstanz einiger Pflanzen allmählich von den ersteren zu den letzteren Assoziationen steigt oder fällt.

3. In jeder Reihe sind eine oder mehrere nebeneinanderstehende Assoziationen in einem bestimmten Gebiete am häufigsten verbreitet und bilden „den Kern der Reihe". Die nach beiden Seiten vom Kerne stehenden Assoziationen sind minder verbreitet und, je weiter vom Kerne entfernt, desto seltener. Also bestimmt die Stelle der Assoziation in der Reihe in gewissem Maße auch ihre Häufigkeit in der Natur.

4. Die Kerne in benachbarten Reihen verschieben sich gesetzmäßig in bestimmter Richtung. In den vertikalen homologen Reihen, wo die Hydrophilie der Assoziationen von oben nach unten zunimmt, befinden sich „die Kerne" nicht auf demselben Niveau, sondern sie stehen desto niedriger, je hydrophiler die Reihe ist.

5. Die Zwillingsreihen sollen für die nächst höhere systematische Einheit der Phytosoziologie nach der Assoziation angenommen werden, wie es schon in einigen Arbeiten teilweise der Fall ist (z. B. H. WAREN (9)). Die Idee der homologen Reihen soll dem System der Assoziationen als Leitprinzip zu Grunde gelegt werden. Ein Versuch solcher Art ist in meiner Arbeit (6) gegeben.

6. Die homologen Reihen in der Phytosoziologie stellen eine Analogie dar zu der weit verbreiteten Homologie sowohl in den großen und kleinen taxonomischen Gruppen der Pflanzen- und Tierwelt, als auch in der anorganischen (Das periodische System der Elemente von MENDELEJEFF) und in der organischen Chemie. In der Pflanzenwelt wurde die Bedeutung der Homologie besonders von N. J. VAVILOV hervorgehoben, und der Terminus selbst „the Homologous Series" wurde von diesem Forscher vorgeschlagen (N. J. VAVILOV (8)).

Moskau, Botan. Garten, 1. I. 29.

---

## Literaturverzeichnis.

1. BOGDANOWSKAJA-GIENEF J.: „Die Vegetationsdecke der Hochmoore des russischen am Baltischen Meere grenzenden Gebietes." Werke des Naturwissenschaftlichen Instituts zu Petershof. Nr. 5, 1928.
2. DU RIETZ, G., und NANNFELDT, J.: „Ryggmossen und Stigsbo Rödmosse, die letzten lebenden Hochmoore der Gegend von Upsala." Führer für die vierte J. P. E.-Sv. Växtsoc. Sällssk. Handl. III. Upsala 1925.
3. KATZ N.: „*Sphagnum* Bogs af Central Russia: phytosociology, ecology and succession." The Journal of Ecology, V. XIV. No. 2, August 1926. Cambridge.
4. —, —: „*Sphagnum*-Moore im nördlichen Teile des Moskauer Gouvernements." Bullet. de la société des Naturalistes de Moscou. Section biologique. Tome XXXVI, Livr. 3—4, 1927.

5. KATZ, N: „Die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Vegetation und der Begriff der Assoziation." Im Druck.
6. —, —: „Zur Kenntnis der Niedermoore im Norden des Moskauer Gouvernements." Im Druck.
7. OSVALD H.: „Die Vegetation des Hochmoores Komosse." Sv. Växtsoc. Sällssk. Handl. I. Akad. Abhandl. Upsala 1923.
8. VAVILOV, N. J.: „The Law of homologous series in variation." The Journ. of Genetics, V. XII, No. 1, April 1922.
9. WAREN, H.: „Untersuchungen über *Sphagnum*-reiche Pflanzengesellschaften der Moore Finnlands." Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica, 55, No. 8.

---

## 19. Elisabeth Schiemann: Zytologische Beiträge zur Gattung Aegilops.

### Chromosomenzahlen und Morphologie.

(III. Mitteilung.)
(Mit Tafel IV und 5 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

---

#### A. Chromosomenzahlen.

Im Rahmen meiner zytologischen Untersuchungen in der Gattung *Aegilops* habe ich für die z. Z. im Druck befindliche systematisch-monographische Bearbeitung der Gattung durch A. EIG (2.) eine weitere Reihe von Arten auf ihre Chromosomenzahl hin geprüft, so daß nunmehr nur noch eine Art, *Ae. juvenale* (Thellung) Eig (syn. *Ae. turcomanica* Roshev) für die SOROKINA „ca. 21" angibt, als unsicher zurücksteht. Das Material stammt aus der Kollektion der Pepinière von Tel-Aviv und ist mir von Herrn EIG freundlichst zur Verfügung gestellt worden, mit Ausnahme von *Ae. mutica*, das ich einer Sendung von Prof. Dr. CHRISTIANSEN-WENIGER aus Eskishehir verdanke. Es wurden neu bestimmt:

| | |
|---|---|
| *Ae. mutica* Boiss., 2 Varietäten . . . . | 2 n = 14 |
| *Ae. bicornis* (Forsk.) Jaub. et Sp. . . . | 2 n = 14 |
| *Ae. sharonensis* Eig . . . . . . . . . | 2 n = 14 |
| *Ae. longissima* Schweinf. et Musch. . . | 2 n = 14 |
| *Ae. variabilis* Eig, 7 Sippen aus 5 Varietäten | 2 n = 28 |
| *Ae. Kotschyi* Boiss., 2 Sippen . . . . | 2 n = 28 |

In Übereinstimmung mit PERCIVAL fand ich bei

*Ae. squarrosa* L. aus der Pepinière Tel-Aviv 2 n = 14

und bei einer Sippe gleicher Herkunft von

*Ae. crassa* Boiss. . . . . . . . . . . 2 n = 42

Inzwischen ist eine Publikation von O. N. SOROKINA (Detskoje Selo) erschienen (3), die einen Teil dieser und meiner früheren Befunde bestätigt.

Ehe ich die vollständige Liste zusammenstelle, habe ich zur Nomenklatur (im Vergleich mit meinen früheren Mitteilungen) folgendes zu bemerken:

*Ae. ovata* var. *anatolica* Eig (EIG 1928) spricht EIG heute als besondere Art an und identifiziert sie mit *Ae. umbellulata* Zhuk. (s. Nachtrag seiner Arbeit). Unsere Exemplare decken sich nicht ganz mit der Diagnose ZHUKOVSKYs; von den Abbildungen entsprechen ihnen nur die beiden letzten. Insbesondere sind für unser sehr gleichartiges Material aus Angora und dem Taurus — sowie für neuerdings von CHRISTIANSEN-WENIGER aus Adalia gesandtes — die *ovata typica* gleichende, fast leierförmig geschwungene Hüllspelze (wie in seiner Fig. 21 und 22) gerade für die unteren vollausgebildeten Ährchen charakteristisch (in der Diagnose für die oberen so beschrieben). Die Grannenzahl derselben beträgt 4—5; mehr als 5 (7—5 bei ZHUKOVSKY, Text und Figur 20) wurden nicht gefunden. Die Spezies ist, wie mitgeteilt, die z. Z. einzige in der Sektion mit haploid 7 Chromosomen.

Der in meiner II. Mitt. noch unbestimmt gebliebene, zwischen *triuncialis* und *triaristata* stehende „Bastardtyp" (n = 14) ist *Ae. columnaris* Zhuk. (revidierte Diagnose siehe bei EIG 1929, Nachtrag).

Die vollständige Chromosomenliste, die ich hier gleichzeitig mit EIG — siehe auch die Anordnung der Gattung im Berliner Herbar — veröffentliche, gestaltet sich also nach unsern heutigen Kenntnissen wie aus folgender Tabelle 1 ersichtlich.

Bemerkenswert ist die Haploidzahl 7 für *Ae. mutica*, das innerhalb der Gattung *Aegilops* eine Sonderstellung einnimmt und die Brücke zu *Agropyrum* bildet. *Agropyrum repens* hat nach Angabe von LANGE haploid 21. *Ae. mutica* keimt ebenso wie die ganze Sektion *Platystachys* mit 1 Keimwürzelchen. (ZHUKOVSKY gibt an: 1, selten 2 bei *Ae. speltoides* Tausch und *Ae. ligustica* Coss., alle andern 3.)

## B. Chromosomenzahl und Morphologie.

Wenn SOROKINA auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Resultat kommt, daß die Chromosomenzahl in der Gattung *Aegilops* — obgleich vielfach morphologisch stark voneinander abweichende Unterarten geprüft wurden — innerhalb der Arten und sogar innerhalb der Sektionen konstant ist, so sind zwar nach übereinstimmender Ansicht von PERCIVAL und EIG die Unterlagen von n = 14 neben 7 für *squarrosa* auf fehlerhafte Bestimmung

5. KATZ, N: „Die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Vegetation und der Begriff der Assoziation." Im Druck.
6. —, —: „Zur Kenntnis der Niedermoore im Norden des Moskauer Gouvernements." Im Druck.
7. OSVALD H.: „Die Vegetation des Hochmoores Komosse." Sv. Växtsoc. Sällssk. Handl. I. Akad. Abhandl. Upsala 1923.
8. VAVILOV, N. J.: „The Law of homologous series in variation." The Journ. of Genetics, V. XII, No. 1, April 1922.
9. WAREN, H.: „Untersuchungen über *Sphagnum*-reiche Pflanzengesellschaften der Moore Finnlands." Acta Societatis pro Fauna et Flora fennica, 55, No. 8.

---

## 19. Elisabeth Schiemann: Zytologische Beiträge zur Gattung Aegilops.

### Chromosomenzahlen und Morphologie.

(III. Mitteilung.)

(Mit Tafel IV und 5 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Februar 1929. Vorgetragen in der Februarsitzung.)

---

### A. Chromosomenzahlen.

Im Rahmen meiner zytologischen Untersuchungen in der Gattung *Aegilops* habe ich für die z. Z. im Druck befindliche systematisch - monographische Bearbeitung der Gattung durch A. EIG (2.) eine weitere Reihe von Arten auf ihre Chromosomenzahl hin geprüft, so daß nunmehr nur noch eine Art, *Ae. juvenale* (Thellung) Eig (syn. *Ae. turcomanica* Roshev) für die SOROKINA „ca. 21" angibt, als unsicher zurücksteht. Das Material stammt aus der Kollektion der Pepinière von Tel-Aviv und ist mir von Herrn EIG freundlichst zur Verfügung gestellt worden, mit Ausnahme von *Ae. mutica*, das ich einer Sendung von Prof. Dr. CHRISTIANSEN-WENIGER aus Eskishehir verdanke. Es wurden neu bestimmt:

| | |
|---|---|
| *Ae. mutica* Boiss., 2 Varietäten . . . . | $2n = 14$ |
| *Ae. bicornis* (Forsk.) Jaub. et Sp. . . . | $2n = 14$ |
| *Ae. sharonensis* Eig . . . . . . . . . | $2n = 14$ |
| *Ae. longissima* Schweinf. et Musch. . . . | $2n = 14$ |
| *Ae. variabilis* Eig, 7 Sippen aus 5 Varietäten | $2n = 28$ |
| *Ae. Kotschyi* Boiss., 2 Sippen . . . . | $2n = 28$ |

In Übereinstimmung mit PERCIVAL fand ich bei

*Ae. squarrosa* L. aus der Pepinière Tel-Aviv $2n = 14$

und bei einer Sippe gleicher Herkunft von

*Ae. crassa* Boiss. . . . . . . . . . . $2n = 42$

Inzwischen ist eine Publikation von O. N. SOROKINA (Detskoje Selo) erschienen (3), die einen Teil dieser und meiner früheren Befunde bestätigt.

Ehe ich die vollständige Liste zusammenstelle, habe ich zur Nomenklatur (im Vergleich mit meinen früheren Mitteilungen) folgendes zu bemerken:

*Ae. ovata* var. *anatolica* Eig (EIG 1928) spricht EIG heute als besondere Art an und identifiziert sie mit *Ae. umbellulata* Zhuk. (s. Nachtrag seiner Arbeit). Unsere Exemplare decken sich nicht ganz mit der Diagnose ZHUKOVSKYs; von den Abbildungen entsprechen ihnen nur die beiden letzten. Insbesondere sind für unser sehr gleichartiges Material aus Angora und dem Taurus — sowie für neuerdings von CHRISTIANSEN-WENIGER aus Adalia gesandtes — die *ovata typica* gleichende, fast leierförmig geschwungene Hüllspelze (wie in seiner Fig. 21 und 22) gerade für die unteren vollausgebildeten Ährchen charakteristisch (in der Diagnose für die oberen so beschrieben). Die Grannenzahl derselben beträgt 4—5; mehr als 5 (7—5 bei ZHUKOVSKY, Text und Figur 20) wurden nicht gefunden. Die Spezies ist, wie mitgeteilt, die z. Z. einzige in der Sektion mit haploid 7 Chromosomen.

Der in meiner II. Mitt. noch unbestimmt gebliebene, zwischen *triuncialis* und *triaristata* stehende „Bastardtyp" (n = 14) ist *Ae. columnaris* Zhuk. (revidierte Diagnose siehe bei EIG 1929, Nachtrag).

Die vollständige Chromosomenliste, die ich hier gleichzeitig mit EIG — siehe auch die Anordnung der Gattung im Berliner Herbar — veröffentliche, gestaltet sich also nach unsern heutigen Kenntnissen wie aus folgender Tabelle 1 ersichtlich.

Bemerkenswert ist die Haploidzahl 7 für *Ae. mutica*, das innerhalb der Gattung *Aegilops* eine Sonderstellung einnimmt und die Brücke zu *Agropyrum* bildet. *Agropyrum repens* hat nach Angabe von LANGE haploid 21. *Ae. mutica* keimt ebenso wie die ganze Sektion *Platystachys* mit 1 Keimwürzelchen. (ZHUKOVSKY gibt an: 1, selten 2 bei *Ae. speltoides* Tausch und *Ae. ligustica* Coss., alle andern 3.)

## B. Chromosomenzahl und Morphologie.

Wenn SOROKINA auf Grund ihrer Untersuchungen zu dem Resultat kommt, daß die Chromosomenzahl in der Gattung *Aegilops* — obgleich vielfach morphologisch stark voneinander abweichende Unterarten geprüft wurden — innerhalb der Arten und sogar innerhalb der Sektionen konstant ist, so sind zwar nach übereinstimmender Ansicht von PERCIVAL und EIG die Unterlagen von n = 14 neben 7 für *squarrosa* auf fehlerhafte Bestimmung

Tabelle 1.
Chromosomenzahlen in der Gattung *Aegilops* L.

| | n = | Untersucht von[1]): |
|---|---|---|
| Subgenus *Amblyopyrum* Jaub. et Sp. | | |
| **I. Sectio *Anathera* Eig** | | |
| *Ae. mutica* Boiss. | 7 | SCH. |
| Subgenus *Eu-Aegilops* | | |
| **II. Sectio *Platystachys* Eig** | | |
| ssc. *Emarginata* | | |
| *Ae. bicornis* (Forck.) Jaub. et Sp. | 7 | SCH., SOR. |
| „ *sharonensis* Eig | 7 | SCH. |
| „ *longissima* Schw. et Musch. | 7 | SCH., SOR. |
| ssc. *Truncata* | | |
| *Ae. ligustica* Coss. | 7 | SCH., SOR. |
| „ *speltoides* Tausch | 7 | PERC., KAG., SCH., SOR. |
| **III. Sectio *Pachystachys* Eig** | | |
| *Ae. squarrosa* L. | 7 | PERC., SCH., SOR. [KIH., E., KAG., AA, 14?] |
| „ *crassa* Boiss. | 14 u. 21 | PERC., E. (14), PERC., SCH., SOR. (21) |
| „ *juvenale* (Thellung) Eig | ca. 21 | SOR. |
| „ *ventricosa* Tausch | 14 | PERC., KIH., E., BL., SCH., SOR. |
| **IV. Sectio *Monoleptathera* Eig** | | |
| *Ae. cylindrica* Host. | 14 | S., E., AA., SCH., BL., KAG. |
| **V. Sectio *Macrathera* Eig** | | |
| *Ae. caudata* L. | 7 | SCH., BL., SOR. |
| „ *comosa* Sibth. a. Sm. | 7 | SCH., SOR. |
| „ *uniaristata* Vis. | 7 | SCH. |
| **VI. Sectio *Pleionathera* Eig** | | |
| ssc. *Adherens* | | |
| *Ae. variabilis* Eig | 14 | SCH., SOR. |
| „ *Kotschyi* Boiss. | 14 | SCH. |
| ssc. *Libera* | | |
| *Ae. triuncialis* L. | 14 | PERC., AA., E., SCH., KAG., SOR. |
| „ *biuncialis* Vis. | 14 | SCH. |
| „ *columnaris* Zhuk. | 14 | SCH. |
| „ *triaristata* Willd. | 14 u. 21 | SCH., SOR. (14), SCH. 21 |
| „ *umbellulata* Zhuk. | 7 | SCH. |
| „ *ovata* L. | 14 | S., PERC., KIH., BL., AA., KAG., SCH., SOR. |

1) Die Namen der Untersucher sind: AASE u. POWERS., BLEIER, EMME, KAGAWA, KIHARA, PERCIVAL, SAX, SCHIEMANN, SOROKINA.

zurückzuführen. In vielen Sammlungen gehen als *Ae. squarrosa* Synonyme von *Ae. ventricosa* Tausch (nämlich *Ae. squarrosa* Cav. und *Ae. squarrosa* Bolb.); das echte *Ae. squarrosa* L. hat n = 7 Chromosomen. Dagegen widersprechen der Schlußfolgerung SOROKINAs:

1. die Angaben von PERCIVAL und EMME, wonach bei *Ae. crassa* neben 21- auch 14-chromosomige Formen vorkommen: untersucht wurde Material aus Turkestan und Transkaspien (s. ZHUK. S. 605 und briefl. Mitt. v. Prof. PERCIVAL),
2. die Resultate meiner früheren Mitteilungen. In der Sektion *Pleionathera* stehen neben der für sie normalen Zahl n = 14 : *Ae. umbellulata* Zhuk. mit n = 7 und *Ae. triaristata* Willd. mit 14 oder 21 Chromosomen (2 Sippen).

Um diese letztere Angabe auf breitere Basis zu stellen, habe ich das sämtliche mir zur Verfügung stehende Material von *Ae. triaristata* an Wurzelspitzen von aus Selbstung gewonnenen Samen der 1928er Originalaussaat untersucht und eine große Anzahl von Formen mit 21 Chromosomen gefunden.

Das Material, in Beeten ausgesät, die von je 1 Ähre stammen, ist im Sommer 1928 beobachtet, biologisch und morphologisch verglichen und nach dem Ährentypus in Gruppen eingeteilt. Die Bestimmung der Chromosomenzahl folgte im Winter. Der Vergleich der morphologischen und zytologischen Ergebnisse ist nun höchst lehrreich. Das Ährenmaterial stammt fast alles aus Maltepe; nur 2 Formen aus dem Taurus (leg. BAUR), davon eine in meiner II. Mitt. als „Zwerg" beschrieben (T. 9/59); endlich 1 Form aus der Sammlung des Versuchsfeldes der Techn. Hochschule München (Wh. II), die ebenda genannte Form mit 21 Chromosomen.

Es ergaben sich in diesem Material 6 morphologisch verschiedene Typen, die sich folgendermaßen charakterisieren lassen.

(Siehe Tabelle 2, S. 168 und 169.)

Der Breiten-Längenindex der Ähre, den EIG zur Charakterisierung der Arten verwendet, und den er für *triaristata* zu 1 : 3,5—4,5 angibt, kann innerhalb der Spezies zur Unterteilung nicht verwendet werden. Er gäbe die ganz unnatürliche Reihe:

| | | |
|---|---|---|
| Typ | II | 1 : 3,36 |
| „ | VI | 1 : 3,44 |
| „ | V | 1 : 3,86 |
| „ | IV | 1 : 3,99 |
| „ | III | 1 : 4,15 |
| „ | I | 1 : 4,23 |

Tabelle 2[1]).

***Aegilops triaristata.***

| | Typus nach der Ährenform | Granne | | | | | | Anzahl Ährchen (Amplitude) | | Breiten-Längen-Index der Ähre | Form der Hüllspelzen | Breiten-Längen-Index der Spelzen | haploide Chromosomenzahl | Anzahl Körner im 4. fert. Ährchen | Ährenumriß |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Stärke | Länge | Haltung | ∢z. Achse unten | ∢z. Achse oben | Zahl an den unt. Ährch. | vollentw. | i. ganzen | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Gruppe A: Ähre plötzlich verjüngt (*typica*).** | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 9/59 | I | zart | lang | absteh. | 45 | 80 | 3 | 2—3 | 4—5 | 1 : 4.23 | langoval | 1 : 2.61 | 14 | zwergig 1 (selten 2) | |
| T 12/Herbar | „ | „ | „ | „ | — | | 3 | 2—3 | 3—4 | 4.48 | „ | 2.01 | — | | |
| M 6/116 | IV | zart | „ | „ | 45 | 80 | 3—4 | 3 | 5 | 3.91 | br., st. gewölbt | 1.66 | 14 | | |
| M 6/117 | „ | „ | „ | „ | 60 | 90 | 3 | 3 | 5—4 | 3.80 | „ „ „ | 1.57 | 14 | | |
| M 7/119 | „ | „ | „ | zl. abst. | 45 | 60 | 3—4 | 2—3 | 4 | 1 : 3.99 } 3.93 | „ „ „ | 1 : 1.59 } 1.55 | 14 | | |
| M 6/118 | „ | „ | kurz | „ | 45 | 60 | 3—4 | 3 | 5 | 4.14 | „ „ „ | 1.60 | 14 | | |
| M 9/125 | „ | „ | lang | schw. abst. | 30 | 60 | 3—4 | 3 | 5 | 4.16 | „ „ „ | 1.43 | 14 | | |
| K 11/Herbar | IVb | „ | „ | absteh. | — | | 3—4 | 2 | 4 | 4.22 | langoval | 2.12 | — | | |

1) Die häufigeren Zahlen sind fett gedruckt.

Gruppe B: Ähre ± allmählich verjüngt. Absatz über dem 3. Ährchen (*elongata*).

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M 11/129 | III | zart | lang | absteh. | 75 | 80 | 2—3 | 2—3 | 4 5 | 1 : 4.15 | 1 : 4.46 | langoval | 1 : 1.93 | 1 : 2.05 | 21 | klein (bisweilen zwergig) 1—2 |
| M 10/126 | „ | „ | kurz | schw. abst. | 60 | 45 | 2—3 | 3 | 5 | | 3.86 | „ | | 1.83 | 21 | |
| M 11/128 | „ | „ | „ | „ „ | 60 | 75 | 2—3 | 2—3 | 5—4 | | 4.13 | „ | | 1.91 | 21 | |
| Wb/94 | VI | zl. zart | „ | „ „ | 45 | 45 | 2—3 | 3 | 5 | | 5.41 | „ | | 2.25 | 21 | |
| M 8/124 | II | mfein | mlang | anliegend | 10 | 10 | 2—3 | 3 | 4 | 1 : 3.94 | 3.79 | br., schw. gew. | 1 : 1.81 | 1.70 | 21 | |
| M 8/122 | „ | „ | lang | „ | 30 | 40 | 3 | 3 | 5 | | 3.80 | „ „ „ | | 1.57 | 21 | |
| M 10/127 | „ | „ | kurz | „ | 15 | 30 | 2—3 | 3 | 5 | | 3.99 | „ „ „ | | 1.90 | 21 | |
| M 12/132 | „ | „ | mlang | „ | 30 | 15 | 2—3 | 3 | 5 | | 4.16 | „ „ „ | | 1.82 | 21 | |

Gruppe C: Ähre ganz allmählich verjüngt. 4. fert. Ährchen voll entwickelt (*attenuata*).

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M 15/137 | Va | zart | kurz | schw. abst. | 30 | 45 | 3 | 3—4 | 5—6 | 1 : 3.43 | 1 : 3.35 | br., stark gew. | 1 : 1.50 | 1 : 1.50 | 14 | groß, bisweilen klein 2 (selten 1) |
| M 8/123 | „ | s. zart | „ | „ „ | 45 | 60 | 3 | 2—3 | 4—5 | | 3.37 | „ „ „ | | 1.48 | 14 | |
| M 14/135 | „ | zart | mlang | „ „ | 45 | 60 | 3 | 3—4 | 5—6 | | 3.57 | „ „ „ | | 1.55 | 21 | |
| M 5/115 | Vb | grob | kurz | anliegend | 15 | 15 | 2—3 | 3—4 | 4—5 | 1 : 3.86 | 3.87 | br., schw. gew. | 1 : 1.81 | 1.81 | 14 | |
| M 4/112 | „ | „ | „ | „ | 30 | 15 | 2—3 | 3—4 | 5—6 | | 3.90 | „ „ „ | | 1.75 | 21 | |
| M 11/130 | „ | „ | „ | „ | 10 | 15 | 2—3 | 3—4 | 4—6 | | 3.84 | „ „ „ | | 1.85 | 21 | |
| M 13/134 | „ | „ | „ | „ | 40 | 30 | 2—3 | 3—4 | 5—6 | | 3.84 | „ „ „ | | 1.82 | 21 | |

1) Die häufigeren Zahlen sind fett gedruckt.

Wesentlich ist dagegen die $\pm$ plötzliche Verjüngung der Ähren über dem 3. fertilen Ährchen. Diese prägt sich in dem sehr charakteristischen Ährenumriß aus, der die subjektiv getroffene

0 = contracta B = elongata
A = typica C = attenuata

Abb. 1. Ährenumrisse auf $^2/_3$ verkleinert.

Typeneinteilung völlig bestätigt (s. Abb. 1). Die ganz allmähliche Verjüngung, welche die Gruppe C kennzeichnet, kommt dadurch zustande, daß, abweichend von allen andern Formen, hier das 4. fertile Ährchen den unteren morphologisch gleichwertig, voll ent-

wickelt ist, und die noch folgenden 2 oder 1 oberen allmählich an Größe abnehmen. Sie ist also ein Ausdruck für die Fertilität der einzelnen Ährenabschnitte. Hierbei ist hervorzuheben, daß die meist als „steril" bezeichneten, stark reduzierten 1—2 obersten Ährchen bei *triaristata* in fast allen gut ausgereiften Ähren Ansatz zeigen; das Korn ist zwar als „zwergig" zu bezeichnen, aber kein Schrumpfkorn, sondern gut ausgebildet[1]).

Sehr auffallend ist der Dimorphismus der Körner eines Ährchens, den ich nirgends erwähnt finde. Er betrifft sowohl Form wie Farbe (s. Abb. 2a u. b). Sind 3 Körner im Ährchen ausgegebildet, so sind die beiden unteren (äußeren) kurz abgestutzt,

A-C

A-C

2a

2b

Abb. 2. Körner des 1.—3. fert. Ährchens. 1 Teilstr. = 1 mm. Rückenseite, Bauchseite, Querschnitt. a) Mittelkörner; b) Außenkörner.

flach mit ganz seichter Furche und bei schwarzspelzigen Sippen fast schwarz; das obere (mittlere) dagegen lang zugespitzt, dick, mit scharfer Furche (siehe die Querschnitte) und hell. Sind nur 2 entwickelt, so fand ich stets beide Formen; ist nur eines entwickelt, so ist es (fast stets) das lange. Bei den Zwergkörnern ist die Unterscheidung oft schwierig. Es zeigt sich somit eine starke Abhängigkeit der Form von dem Raum, der zur Entwicklung zur Verfügung steht; in gut ausgebildeten Ähren ist durch die Form der sich gerade in der Reifeperiode stark verhärtenden Spelzen die Form des Kornes bestimmt. Bei den 3körnigen Weizen ist dieser Dimorphismus nicht ausgebildet, auch nicht bei

1) Eines der Hauptargumente ZHUKOVSKYs, um *Ae. triuncialis* aus der Sektion heraus in eine eigene Sektion zu stellen, nämlich: Fertilität bis zur Spitze, ist somit hinfällig. Ebensogut ausgebildete Körner fand ich in den Endährchen von *Ae. columnaris* Zhuk.

dem hartspelzigen *Tr. Spelta*; ebensowenig bei *Aegilops columnaris* und *triuncialis* (s. Abb. 3). Gekeimt haben beide Typen gleichgut. Unterschiede in der Wüchsigkeit der aus ihnen hervorgegangenen Pflanzen sind nicht beobachtet.

Es wurden von jeder Sorte 5—10 gut entwickelte Ähren entkörnt, um Zahl und Größe der Körner in ihrer Verteilung innerhalb der Ähre festzustellen. Die Variabilität ist sehr gering, so daß die Abbildungen für die 3 Gruppen als typisch gelten können.

Abb. 3. *Aegilops columnaris*. a) Mittelkorn; b) Außenkorn.

Es ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

Tabelle 3.
Maße der Mittel- und Außenkörner in mm[1])
(Durchschnitt von 20—50 Körnern).

| Typ | | 1.—3. Ährchen M | 1.—3. Ährchen A | 4. Ährchen M | 4. Ährchen A | Endährchen M×A |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | I | 6.76×2.08 | 6.62×2.10 | — | — | 4.55×1.30 |
| | IV | 8.08×2.52 | 6.63×2.89<br>groß | 5.65×2.17 | 5.18×1.80<br>sehr klein | 4.87×1.70<br>zwergig |
| B | II+VI | 8.24×3.13 | 6.99×3.40<br>groß | 6.01×2.10 | 5.27×2.16<br>klein | 5.43×1.72<br>zwergig |
| C | V | 8.68×3.04 | 7.46×3.48<br>groß | 6.78×2.28 | 5.75×2.17<br>zieml. groß | 4.74×1.83<br>zwergig |

1) Aus den Maßen von Typ V fällt einzig M 15/137 heraus, das (bei bester Reife) durchweg kleinkörniger ist; Mittelkörner 73,8×28,8; Außenkörner 57,2×29,0.

Typ III enthielt zu wenig gut ausgereifte Ähren, um mit verwertet werden zu können; die meisten Körner waren Schrumpfkörner.

Anzahl und Verteilung der großen Körner (fetter Druck), kleinen Körner (gewöhnlicher Druck) und Zwergkörner (in Klammer) auf die Ährchen zeigt Tabelle 4[1]).

Tabelle 4.

| | | Fertiles Ährchen von unten gezählt. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Typ | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| A | I → | — | 2 | 2 | (1) | (1) | — |
| A | IV | 3 | 3—2 | 2 | (2—1) | (2—1) | — |
| B | VI → | — | 3 | 3 | 2 | (1—0) | — |
| B | II | 3 | 3—2 | 2 | 2—1 | (1) | — |
| C | V | 3 | 3 | 3—2 | 2 | 2—1 | (1) |

Die plötzliche Verjüngung der Ähre spricht sich sehr deutlich in dem 4. (bzw. 3.) Ährchen aus (Abb. 4).

Gruppe A hat oberhalb des 3. Ährchens nur Zwergkörner,
„ B hat im 4. Ährchen kleine Körner, im 5. Zwergkörner,
„ C hat im 4. Ährchen noch fast ganz große Körner, im 5. Ährchen kleine und erst im 6., letzten, Zwergkörner.

Neben diesem, wie aus obigem wohl deutlich sein dürfte, sehr wesentlichen Merkmalskomplex spielen die weiter zu besprechenden Merkmale m. E. eine untergeordnete Rolle.

Die Form der Hüllspelzen (Abb. 5) kommt im Hüllspelzenumriß nicht so gut zum Ausdruck, wie dies bei der Ähre der Fall ist, weil die ± starke Wölbung senkrecht zur Zeichenebene sich nicht genügend ausprägt; es zeigt sich aber, daß diese

1) Um die Typen mit meist 4 Ährchen (I und VI) mit den meist 5 Ährchen tragenden, von denen sie nur in der Zahl nicht in der Art der Kornausbildung verschieden sind, vergleichen zu können, sind sie in der Tabelle eine Stelle weiter nach rechts gerückt, was durch den Pfeil angedeutet ist.

Abb. 4 a. Abb. 4 b.

Abb. 4. Kornausbildung. 1 Teilstr. = 1 mm.

a) l. Mittelkorn, r. Außenkorn; obere Reihe 4. fertiles Ährchen, untere Reihe Endährchen. b) Querschnitt dazu.

Abb. 5. Hüllspelzenumriß, nach dem 2. fertilen Ährchen gezeichnet.

mit dem Breiten-Längenindex parallel geht. So ergibt sich folgende Charakterisierung nach der Form der Spelzen:

| | | |
|---|---|---|
| langoval; zieml. flach (Index $\geqq 2$) | Typ I | 1 : 2,31 |
| | „ VI | 1 : 2,25 |
| | „ IVb | 1 : 2,12 |
| | „ III | 1 : 1,93 |
| breit; schwach gewölbt . . . | Typ II u. Vb | 1 : 1,81 |
| breit; stark gewölbt . . . . | „ IVa | 1 : 1,60 |
| | „ Va | 1 : 1,50 |

Es stehen also, wie ein Blick auf die Tabelle noch deutlicher zeigt, Formen mit verschieden geformten Hüllspelzen in den Ährenformgruppen nebeneinander.

Ein weiteres, den Habitus der Ähre bestimmendes Merkmal ist die Konsistenz und Haltung der Grannen, die sich durch den Winkel, den sie zur Spindelachse bilden, ausdrücken läßt. Die anliegende Granne, 10—30° (—45°), ist meist, aber nicht durchweg kürzer und gröber, die ± abstehende (60—90°) länger und zarter. Auch der Grannentyp ist nicht an die Ahrenform gebunden, eine Erscheinung, die auch bei anderen Spezies vorkommt[1]); auch dieses Merkmal ist m. E. systematisch geringer zu bewerten.

Die Gruppen A und B sind in sich einheitlich in der Chromosomenzahl und voneinander morphologisch und zytologisch verschieden. Die Gruppe C aber zeigt eine sehr auffallende Diskrepanz zwischen morphologischen und zytologischen Unterschieden und Übereinstimmungen. M 5/115, das morphologisch fraglos zu der hexaploiden Gruppe Vb gehört, ist zytologisch tetraploid; M 14/135 aus Gruppe Va dagegen hexaploid. Die breite gewölbte Spelze der 14chromosomigen aus Gruppe V findet sich ebenso bei den 14chromosomigen aus Gruppe IV wie bei den 21chromosomigen aus Gruppe II und V. Daß auch die Spelzenfarbe bei den 3 untersuchten 14chromosomigen — zufällig — verschieden ist (M 15/137 schwarz, M 8/123 gelb, M 5/115 grau), sei nur kurz erwähnt.

Hatte schon die rein subjektive Betrachtung im Beet den Eindruck erweckt, als lassen sich durchgehende Unterschiede zwischen den tetraploiden und hexaploiden Formen nicht feststellen, so ist durch die morphologische Analyse diese Tatsache sichergestellt. Der Fall reiht sich damit anderen, immerhin seltenen Fällen an, die im Zusammenhang des Problems der „*gigas*“-

1) Bei *triuncialis* als besondere ssp. *Caput Medusae* beschrieben, bei *ovata* und *umbellulata* von mir selbst in den Dahlemer Absaaten beobachtet.

Formen diskutiert werden. An dieser Stelle interessiert vor allem ein Vergleich mit der Gattung *Triticum*, die ja das Schulbeispiel für den Zusammenhang zwischen Morphologie und Cytologie geworden ist.

*Tr. persicum* Vav. wurde nach seinen morphologischen Merkmalen (Spelzen- und Kornform) lange zu den Dinkeln gestellt, bis ein physiologisches Merkmal, nämlich die Art seiner Immunität, es zu den Emmern wies. Nun erst wurde die zytologische Untersuchung vorgenommen, die tetraploide Zahl 14 festgestellt und die Form damit den Emmern eingereiht. Bei genauerer Untersuchung fand sich dann auch eine Reihe morphologischer Merkmale, die bei Dinkelweizen ungewöhnlich — und dieser Spezies eigen sind: extrem schmale Spindel, Rauhheit des Kornes, Markhalmigkeit.

In der Gattung *Aegilops* läßt sich eine solche Beziehung zwischen Chromosomenzahl und Morphologie nicht nachweisen. Es scheint mir deshalb auch nicht berechtigt, wenn ZHUKOVSKY (S. 585) die abweichenden Wüchsigkeitsmerkmale von *Ae. crassa* Boiss. (Beblätterung der ganzen Pflanze, dicke Halme, aufgeblasene Scheiden und breite Blätter) auf die Hexaploidie der Art zurückführt — um so mehr, als er selbst an anderer Stelle (S. 605) die Angaben von PERCIVAL und EMME über das Vorkommen von tetraploiden *crassa*-Formen zitiert. Jedenfalls kann erst eine vergleichend morphologische Analyse der tetra- und hexaploiden Formen von *crassa* die Richtigkeit der Annahme ZHUKOVSKYs erweisen.

### C. Bemerkungen zur Systematik.

Für die systematische Einordnung der beobachteten Typen liegen die beiden Monographien von EIG[1]) und ZHUKOVSKY vor. ZHUKOVSKY unterscheidet 3 Subspezies: *recta*, *contorta* und *intermixta*, EIG nur 2, nämlich *typica* und *contracta*. Davon decken sich *typica* Eig und *contorta* Zhuk., und sie schließen meine Gruppe A, Typus I und IV ein. Typ IV mit häufig 4 Grannen an der untersten Blüte ist var. *quadriaristata* Eig.

EIGs ssp. *contracta* fehlt bei ZHUKOVSKY, ist auch in meinem Material nicht enthalten. Ihr Ährenumriß ist in Abb. 1 nach der Photographie von EIG wiedergegeben.

Ein Versuch, meine Typen in die noch bleibenden ssp. *recta* und *intermixta* Zhuk. einzuordnen, scheiterte. Sind für *recta* die anliegenden Grannen charakteristisch, für *intermixta* die allmählich

1) Diese hat mir im Manuskript vorgelegen.

verschmälerte Ähre (*attenuata* der Diagnose), so stimmen für mein Material die sonstigen subspezies-Merkmale nicht. Es scheint mir vielmehr, daß bei der Einteilung in größere systematische Einheiten der Nachdruck auf die durch die verschiedene Fertilität der Ährenabschnitte bedingte Ährenform gelegt werden muß, wogegen sich die andern Merkmale als systematisch untergeordnet erweisen. Daß dabei der Einteilung ein einheitliches Prinzip zugrunde liegt, dürfte ihr eine besondere Berechtigung geben.

Der Typus der plötzlich verjüngten Ähre ist nach EIG der weitest verbreitete[1]). Dies Charakteristikum ist in allen wichtigeren Floren für die Art angegeben. Da ferner die Beschreibung der Art von WILLDENOW auf diesen Typ begründet ist, scheint mir die Bezeichnung dieser Gruppe als ssp. „*typica*" bei EIG berechtigt[2]).

Als hiervon abgeleitete Form steht auf der einen Seite die ssp. *contracta* Eig mit ei- bis kreisförmigem Ährenumriß (s. Abb. 1 nach EIG Taf. XIVa)[3]).

Auf der anderen Seite sind, mit zunehmender Ausbildung der oberen Ährchen, noch 2 Stufen zu unterscheiden, die ich ergänzend als ssp. *elongata mihi* und ssp. *attenuata mihi* bezeichnen möchte, und die folgendermaßen charakterisiert werden können:

ssp. *elongata* Sch.: Ähre oval-lanzettlich, locker; 3 (—2) Ährchen vollentwickelt, die 2 oberen deutlich dagegen abgesetzt, das vorletzte weniger reduziert (Korn klein) als das letzte (Zwergkorn oder 0).

ssp. *attenuata* Sch.: Ähre ganz allmählich verjüngt; das 4. fertile Ährchen voll entwickelt, großkörnig, das 5. mit kleinen, das 6. mit Zwergkorn; Ähre abgeplattet.

Die erste umfaßt auch ZHUKOVSKYs ssp. *recta* (Typ VI), die letzte ssp. *intermixta*, deren Varietäten durch verschiedene Kombination der in Va und b beschriebenen Merkmale zustande kommen.

Was die Verteilung dieser Merkmale (Varietätenmerkmale? s. unten) anbetrifft, so enthalten nach den heute bekannten, einschließlich der von ZHUKOVSKY beschriebenen Formen: a) die beiden ersten Unterarten nur zart abstehend begrannte Formen; in den beiden letzten stehen nebeneinander Formen mit

---

1) Spanien, Frankreich, Italien, Balkan, Kleinasien, Krim, Transkaukasien, Nordafrika.

2) Ähre lanzettlich bis eiförmig, im oberen Teile plötzlich schmäler werdend, gedrängt zusammengezogen; so die Diagnose der Spezies (S. 139) (unter Ausschluß der folgenden Ausnahme: ssp. *contracta*).

3) Diagnose (S. 141): Ähre kurz, breit-eiförmig, fast kreisrund.

zarten abstehenden und solche mit ± steifen, ± anliegenden Grannen. b) In allen ssp. kommen verschiedene Hüllspelzentypen vor. c) ssp. *contracta* ist zytologisch nicht untersucht; in ssp. *typica* ist bis heute stets n = 14 gefunden, in ssp. *elongata* sind 14- und 21chromosomige Sippen vertreten. Merkmale aber, wie Behaarung und Spelzenfarbe, Reifezeit und Pflanzenhabitus u. a., stellen innerhalb der Spezies *triaristata* (mendelnde) Sippenmerkmale dar[1]), die in allen Kombinationen gefunden werden. Wohin es führt, wenn jede derartige Form als besondere Varietät bezeichnet wird, zeigen manche der systematischen Aufstellungen, die in den beschreibend morphologischen Arbeiten der VAVILOVschen Schule in den letzten Jahren für die verschiedenen Kulturpflanzen aufgestellt wurden.

In der ersten größeren dieser Arbeiten von VAVILOV selbst: A contribution to the classification of soft wheats (4), diskutiert der Verfasser, sicher in dem hier vertretenen Sinne, diese Frage. Das KÖRNICKEsche System (so führt er aus) war ein rein praktisch beschreibendes mit seiner Einteilung, und es stand ihm im Verhältnis zu heute nur ein wenig umfangreiches Material zur Verfügung. VAVILOV bringt — auf Grund neuer Kenntnisse — neue und m. E. wichtigere, bessere Einteilungsprinzipien in das Weizensystem hinein. Mir scheint aber, daß er trotzdem selbst die Konsequenz seiner Erkenntnis nicht zieht, und seine Schule ist ihm dann gefolgt. Ein Beispiel für viele: KÖRNICKEs bekannte Einteilung (Bd. II S. 43) für *Triticum vulgare* ist im wesentlichen ein Kombinationsschema für die 4 Merkmalspaare

unbegrannt — begrannt,
unbehaart — behaart,
weißspelzig — rotspelzig,
weißkörnig — rotkörnig,

das 16 Kombinationen ergibt. Dazu kommen 6 blau- bis schwarzspelzige bzw. -grannige Formen (var. 9·10·15·16·21·22), die er aus botanischen Gärten kennt, so daß er auf 22 Varietäten kommt, die er einzeln benennt.

VAVILOVs Einteilungssystem führt (1923) auf 67 „botanische Varietäten"; denn er übernimmt dies Kombinationsschema, das jede seiner sicherlich in besserem Sinne „botanisch-systematischen Einheiten" theoretisch in 16 „Varietäten" einteilen muß; daß alle

1) Die selbstverständlich an anderer Stelle auch einmal einen höheren systematischen Wert haben können.

diese Kombinationen in der Natur gefunden werden, ist nur „eine Frage der Zeit und der detaillierten Untersuchung der asiatischen Regionen"[1]).

Warum nicht einen Strich unter überholte Einteilungen und Einteilungsmethoden machen und beispielsweise die für Persien und Mesopotamien charakteristischen Formen mit gescheckten Spelzen — ein bei Weizen sehr auffallendes und ungewöhnliches Merkmal, das FLAKSBERGER als var. *triste* Fl. für China zuerst beschrieben — zusammenfassen, zumal sie alle als meist „seltene" Einsprengung in Persien, z. T. am selben Standort gefunden wurden (mit Ausn. von *fuliginosum* Al., das über Persien hinaus verbreitet ist). Statt dessen heißt es: „these forms contained many new hairy varieties which recieved their names after the place where they were found". Es werden, wenn ich nur die Endemismen für Persien herausgreife, folgende neue (außer Nr. 2) Varietäten aufgestellt, alle ligulat, begrannt, behaart:

| | Ähre | Spelzen | Korn |
|---|---|---|---|
| 1. *mesopotamicum* . . . | schwarz | schwarz a. gelbem Grund | weiß |
| 2. *fuliginosum* Al. . . . . | „ | „ „ „ „ | rot |
| 3. *iranicum* . . . . . . | „ | „ „ rotem „ | weiß |
| 4. *kurdistanicum* . . . | „ | „ „ „ „ | rot |
| 5. *hamadanicum* . . . | weiß | mit schwarzem Rand; schwarze Flecken auf den Grannen | weiß |
| 6. *kazoinicum* . . . . | „ | | rot |
| 7. *Kermanschachi* . . . | rot | | weiß |
| 8. *luristanicum* . . . . . | „ | | rot |

Es ist klar, daß hier ein neues Merkmalspaar, ein Zeichnungsfaktor (oder eine Reihe von solchen) hinzutritt. Was CLAUSEN bei Diskussion seiner genetischen Analyse von *Viola* in dieser Frage bereits 1922 betont, kann nur mit allem Nachdruck wiederholt werden. So verdienstvoll und so wichtig und notwendig für die Feststellung der Variationsbreite der Art die genaue Beschreibung aller einzelnen Kombinationen sein mag, man trifft damit gewiß nicht die „Varietät" im systematischen Sinne — viel eher das, was übrigens gerade auch in der russisch-systematisch-genetischen Literatur als „jordanon" bezeichnet wurde[2]).

1) l. c. S. 223.

2) Siehe auch VAVILOVs Definition von „jordanon" und „Rasse" l. c. S. 232.

Ich verzichte deshalb darauf, die einzelnen untersuchten Typen mit besonderen Varietätennamen zu versehen. — gewiß erschöpfen sie das Maß an „möglichen" und in der Natur auch realisierten Kombinationen noch lange nicht. Der Genetiker wird sich des Ausdrucks Sippe bedienen und diese beschreiben, nicht benennen. Daß ich mich nach dem Gesagten fast scheue, die oben aufgestellten Gruppen als Subspezies zu bezeichnen, liegt auf der Hand. Es geschieht, um unsern Formen einen Platz im *Aegilops*-System zuzuweisen. Sollte sich herausstellen, daß diese Formen, wie es den Anschein hat, wesentlich im östlichen Gebiet des Artareals verbreitet sind, so ließen sie sich, unter einem weiteren Gesichtspunkt zusammengefaßt, vielleicht als ssp. *asiatica* der im wesentlichen von Kleinasien aus westwärts verbreiteten ssp. *typica* gegenüberstellen. Das von Prof. BAUR 1928 in Spanien gesammelte Material und eine weitere Kollektion von CHRISTIANSEN-WENIGER im westlichen Kleinasien enthalten nur *typica*. Das gleiche gilt von dem gesamten Material des Berliner Herbars mit Ausnahme einer, von EIG als var. *trojana* innerhalb *typica* gesondert gestellten Pflanze aus Thymbra (bei Troja, leg. Calvert), die zu *elongata* gehören dürfte. Eine sichere Entscheidung ist nicht möglich, da die Ähre unreif ist. Mit Ausnahme einer Standortsangabe für *recta* (Ostfrankreich) reichen die von ZHUKOVSKY zu *recta* und *intermixta* gestellten Typen nicht über Griechenland nach Westen. Unser Hauptfundort, Maltepe, liegt im Variationszentrum der Art, als welches das westliche Kleinasien angesehen wird.

Berlin-Dahlem, Institut für Vererbungsforschung der Landw. Hochschule, im Februar 1929.

---

**Literatur.**

1. CLAUSEN, J., 1922. Studies on the collective species *Viola tricolor* L. II. Botanisk Tidsskrift, Kobenhavn, 37, 363—416.
2. EIG, A., 1929. Monographisch-kritische Übersicht der Gattung *Aegilops*. Repert. spec. nov. regni vegetabilis. FEDDE, Beihefte Band 55, 228 S.
3. SOROKINA, O. N., 1928. On the chromosomes of *Aegilops* species. Bull. appl. Botany Leningrad, 19, 524—532, russ. mit engl. Zusammenfass.
4. VAVILOV, N. J., 1923. A contribution to the classification of soft wheats. Bull. applied Botany Leningrad, 13, I, 149—257, russ. mit engl. Zusammenfass.
5. ZHUKOVSKY, P. M., 1928. A critical systematical survey of the species of the genus *Aegilops* L. Bull. appl. Bot. Leningrad XVIII, Nr. 1, 417—609, russ. mit engl. Zusammenfass.

Erklärung zu Tafel IV.

| | | 2 n = |
|---|---|---|
| Fig. 1. | *Ae. variabilis* var. *typica* Eig | 28 |
| „ 2. | „ „ „ *mutica* Eig | 28 |
| „ 3. | „ *Kotschyi* Boiss. | 28 |
| „ 4. | „ *speltoides* Tausch | 14 |
| „ 5. | „ *sharonensis* Eig | 14 |
| „ 6. | „ *longissima* Schweinf. et Musch. | 14 |
| „ 7. | „ *bicornis* (Forsk.) Jaub. et Sp. | 14 |
| „ 8. | „ *squarrosa* L. | 14 |
| „ 9. | „ *mutica* Boiss. | 14 |

ZEISS Apochromat 1,5 60×. Kompens.-Okular 30. ABBÉscher Zeichenapparat. Reduziert auf die gleiche Vergrößerung wie die Tafeln der I. und II. Mitteilung.

---

## 20. Viktor Czurda: Über Pyrenoidveränderungen bei der Stärkebildung in Spirogyrazellen.

(Eingegangen am 22. Februar 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Kürzlich haben in diesen Berichten STEINECKE und ZIEGENSPECK (Bd. 46, 1928, S. 678) über Veränderungen im Pyrenoid während der Stärkeproduktion bei *Spirogyra Grevilleana* berichtet. Sie glaubten, eine Gestalts- und Größenveränderung bei Assimilationsbeginn am stärkefreien, ans Licht gebrachten Pyrenoid nachgewiesen zu haben, und knüpfen daran die Vorstellung, daß dieses Zellorganell den Fermentspeicher der Algenzelle darstellt. Sie haben sich vorher mit dem Wesen des Pyrenoides, worüber, wie sie selbst hervorheben, noch große Unklarheit herrscht, trotz der dringendsten Notwendigkeit nicht befaßt, um ihrer Arbeit eine sichere Grundlage zu geben. Auch meine ausführliche Darstellung dieses Gegenstandes (Beih. z. bot. Zentralbl. I, Bd. 45, 1928), ebenso die von 1926 (Planta, Bd. 2) berücksichtigen sie nicht. Ich glaubte daher, im Interesse des Gegenstandes den Versuch unternehmen zu sollen, das von ihnen Mitgeteilte in das bereits Bekannte einzuordnen.

Sie gingen von der Annahme aus, daß Veränderungen am Pyrenoid feststellbar sein müßten, wenn diese in „nächster Beziehung zur Assimilation" stehen. Der Vergleich stärkeführender und stärkefreier Pyrenoide des genannten Versuchsobjektes im Leben schien ihnen auch zunächst zu zeigen, daß die stärkeführenden Pyrenoide kleiner sind als die stärkefreien. Dies suchen sie durch die Ab-

bildung 1 zu belegen, in der ein Teil einer stärkeführenden und einer stärkefreien Zelle dargestellt wird. Aus der Zeichnung 1a ist infolge ihres schematischen Charakters die Größe der Pyrenoide gar nicht zu erkennen. Ein Vergleich dieser Figur mit der 1b ist also nicht möglich. Die Pyrenoidstärkekörner sehen überdies völlig anders aus (CZURDA, Abb. 5 auf S. 144, 1928), als sie hier gezeichnet werden. In der Abbildung 1b fällt noch auf, daß bei der gleichen Spezies einmal links-, einmal rechtsgewundene Chromatophoren vorkommen sollen. Rechtsgewundene Chromatophoren sind bisher bei der Gattung *Spirogyra* nicht gesehen worden. Die Abbildung 1a weist richtig gewundene (linksgewundene) Chlorophyllbänder auf (die Definition der Schraube nach SCHMUCKER, Beih. z. bot. Zentralbl. I, Bd. 41, 1924). Außer dem Umstand, daß rechtswendige Schrauben bei *Spirogyra* (im Gegensatz zu *Spirotaenia*) von anderen Untersuchern vergeblich gesucht worden sind, kann ich noch darauf hinweisen, daß die derzeit von mir kultivierte *Spirogyra Grevilleana* ausschließlich linksgewundene Chromatophoren besitzt. Auch Störungen in der Chromatophorenlagerung führen niemals zu rechtswendigen Schrauben. In einer bereits abgeschlossenen Mitteilung komme ich demnächst ausführlich auf diese Erscheinung zurück.

Die geringere Größe stärkeumhüllter Pyrenoide halten die beiden Autoren zunächst nur für ein optisches Phänomen, das durch die umgebende, Linsenwirkung aufweisende Stärkemasse bedingt sein soll. Wenn eine Lichtbrechung an der Oberfläche der Stärkeschale in ausschlaggebender Weise stattfindet, dann kann sie nur auf eine Vergrößerung, nie aber auf eine Verkleinerung des in der Stärkesubstanz eingelagerten Pyrenoides hinwirken. Dies zeigt eine bloße Überlegung des Strahlenganges. Man kann sich überdies davon sehr leicht überzeugen, wenn man in einen wassergefüllten Zylinder in der Zylinderachse einen Glasstab eintauchen läßt. Auch wenn er z. B. nur den zwölften Teil des Durchmessers vom Wasserzylinder selbst zum Durchmesser hat, erscheint er sehr deutlich von der Seite betrachtet in der Lösung verbreitert. Je größer der eingetauchte Gegenstand ist, desto mehr wird er in dem gleichen Zylinder vergrößert erscheinen. Das, was für ein zylindrisches System gilt, gilt in gleicher Weise für ein kugeliges.

Um die vermeintliche Größenverzerrung des stärkeumhüllten Pyrenoides auszuschalten und um sie mit entstärkten vergleichen zu können, haben die Verfasser das Versuchsobjekt nach Fixierung und Färbung in Kanadabalsam als einem Medium von ungefähr gleichem Brechungsexponenten eingebettet untersucht. *Spirogyra-*

zellen, aus Dunkel- und Lichtkulturen in dieser Weise vorbehandelt, zeigten nunmehr gleichgroße Pyrenoide.

Das Material stammte offenbar aus der Natur. Ob es direkt zum Versuch gelangte, in welcher Flüssigkeit und bei welcher Temperatur es untergebracht war, und wie lange die Verdunklung gewährt hat, wird nicht mitgeteilt. Diese Umstände sind aber für den Entstärkungs- wie den Stärkebildungsvorgang und für das Verständnis des morphologischen Verhaltens der Pyrenoide sehr wichtig (vgl. CZURDA, Planta Bd. 2, S. 70, 1926, Beihefte z. bot. Zentralbl. I, Bd. 45, S. 236, 1928). Daß die Pyrenoide untereinander annähernd gleich groß waren, konnten sie nur einem besonderen Umstand verdanken.

Um das zu verstehen, bedarf es einer kurzen Zusammenfassung dessen, was ich 1928 über das Wesen des Pyrenoides im allgemeinen, über das Spirogyrapyrenoid im besonderen ausführlich dargelegt habe. Da auf Grund der Literatur allein eine Klärung dieser Dinge seinerzeit nicht zu erreichen war, mußte ich zu eigenen, neuen Untersuchungen schreiten. In ausgiebigstem Maß wurden die von mir kultivierten Konjugaten (derzeit 23 Arten, darunter 17 Spirogyraarten) neben anderen kultivierten und Freilandalgen dazu herangezogen. Was ich unter „Kultur" verstehe, ist von mir 1925 (Arch. f. Protistenk., Bd. 53, S. 216) präzisiert worden. Zwecks Vermeidung von Mißverständnissen sei es aber nochmals angeführt: „Als „kultivierbar" wollen wir einen Organismus erst dann ansehen, wenn es gelungen ist, soweit präzisierbare Wachstumsbedingungen zu finden, daß eine beliebig oft fortsetzbare Aufzucht eines größeren Zellmaterials aus wenigen, im besten Falle aus einem Individuum, sicher gelingt." In gleicher Weise definiert PRINGSHEIM 1926 (Beitr. z. Biolog. d. Pfl., Bd. 14, S. 284) die „Kultur".

Die Untersuchung dieser wie auch anderer Algen ergab die wichtige Feststellung, daß die Größe, Gestalt, Zahl und Beschaffenheit der Pyrenoide sowie ihrer Stärkehülle in außerordentlich weitgehendem Maß von den gegebenen und vorhergehenden Außenbedingungen abhängen. Diese Abhängigkeit scheint eine indirekte zu sein, indem sie mit der Intensität der Zellvermehrung zusammenhängt. Dadurch, daß die letztgenannte bis auf einige besondere Fälle direkt von den Außenbedingungen abhängt, wirken diese indirekt auf die Beschaffenheit des Pyrenoides ein. Aus der bisherigen völligen Nichtbeachtung dieser Umstände erklärt es sich, daß ganz verschiedene Pyrenoidzustände als gleichwertig nebeneinander beschrieben worden sind. Dies ließ naturgemäß keine Klarheit gewinnen.

Für das *Spirogyra*pyrenoid (1928, S. 156) im besonderen wurde im Gegensatz zu den bisherigen Vorstellungen festgestellt, daß an einem in Vermehrung stehenden Zellmaterial die Pyrenoide in überwiegender Zahl durch Neubildung entstehen. Wir finden in Chromatophoren derartiger Zellen, die, nebenbei bemerkt, wenig Stärke führen, alle Übergänge von Pyrenoiden; solche von eben sichtbarer Größe bis zu ganz großen. Die zwischen den bereits vorhandenen Pyrenoiden neugebildeten wachsen erst im Verlauf einiger Tage zu der für die bestimmte Art charakteristischen Maximalgröße heran. Die zur Maximalgröße herangewachsenen Pyrenoide teilen sich dann. Die Zahl der Teilungen pro Zelle beträgt 1 bis höchstens 3, weil während des mehrere Tage währenden Pyrenoidwachstums durch Chromatophorenverlängerung und Zellteilung die großen Pyrenoide inzwischen auf mehrere Zellen verteilt worden sind. Bei einem Zellmaterial aber, welches infolge ungünstiger Außenbedingungen die Vermehrung eingestellt hat, hält das Längenwachstum der Zellen und der Chromatophoren zunächst noch eine Zeitlang an. Während dieser Zeit unterbleiben Pyrenoidneubildungen. Die vorhandenen, verschieden großen Pyrenoide wachsen unter diesen Umständen zur gleichen Größe heran. Damit setzt eine weitgehende Stärkeanreicherung ein. Wird ein solches Zellmaterial unter Bedingungen gebracht, unter denen wieder eine intensive Zellvermehrung stattfinden kann, so gehen dabei zunächst hauptsächlich Pyrenoidteilungen vor sich. Die dabei vor sich gehende Chromatophorenverlängerung findet rascher statt (in 24 Stunden Verdoppelung) als die Pyrenoidvergrößerung auf das doppelte Volumen. Zwischen den vorhandenen großen Pyrenoiden werden andere „de novo" angelegt. Damit nimmt die Pyrenoidneubildung wieder überhand, und wir finden in einem solchen Zellmaterial wiederum sehr ungleich große Pyrenoide. Ein in der Mitteilung von STEINECKE und ZIEGENSPECK auf S. 680 angeführter Satz, in dem sie eine „normale Größe" annehmen, welche die Pyrenoide dann beibehalten sollen, entspricht nicht den Tatsachen. Von einer „normalen Größe" der Pyrenoide läßt sich bei *Spirogyra* überhaupt nicht reden.

Bei dem eben geschilderten Verhalten der Pyrenoide kann ein Versuch, bei welchem ein in der oben geschilderten Weise eingebettetes Zellmaterial einer stärkefreien Dunkelkultur entnommen wurde und einer solchen Kultur, welche nachher 30 Sekunden, 1, 10, 30 und 90 Minuten dem Licht ausgesetzt war und nun auf die Pyrenoidgröße untersucht worden ist, kaum einen Erfolg erwarten lassen.

Eine Schrumpfung des Pyrenoides bei der Fixierung (vgl. CZURDA 1928, S. 159 ff.), welche von den Verfassern nicht erwähnt

wird, scheint hier vielleicht als störendes Moment nicht in Frage zu kommen. Aber diese Möglichkeit wäre zu erwähnen gewesen. Weit schwerwiegender ist aber ein anderer Umstand. Ein Zellmaterial, wie es sich in der Natur findet, ist nach der Entstärkung durch Verdunklung morphologisch und physiologisch sehr inhomogen (CZURDA, Planta, Bd. 2, S. 70, 1926). Um unter diesen Umständen die in Rede stehende Erscheinung sicher festzustellen, bedarf es einer statistischen Bearbeitung auf breitester Basis, um die durch die morphologische Inhomogenität bedingte Größenverschiedenheit auszuschalten. Diese scheint nicht erfolgt zu sein, weil nur aus jedem Versuch 11 bis 12 Pyrenoidumrißzeichnungen als Belege gebracht werden. Von ihnen ist nicht gesagt, ob sie einer oder mehreren Zellen entstammen, und ob, wenn der erste Fall zutrifft, alle Pyrenoide einer Zelle wiedergegeben sind. Die Kenntnis dieser Umstände ist im Hinblick auf das oben geschilderte Verhalten der *Spirogyra*pyrenoide für die Beurteilung und Nachprüfung wichtig. Wird ein stärkereiches Zellmaterial durch Verdunklung zu entstärken gesucht, so ist der Erfolg meistens nur ein teilweiser. Wird ein stärkearmes Material herangezogen, so sind die Pyrenoide meistens so verschieden groß, daß erst eine statistische Behandlung auf breitester Basis die Aufstellung verschiedener Größenordnungen vielleicht sichern würde.

Da die meist beträchtliche Größenverschiedenheit der Pyrenoide, welche von der Wachstumsintensität abhängt, unberücksichtigt geblieben ist, so ist nicht erwiesen, daß die Pyrenoide nach der Entstärkung aus dem Dunkeln ans Licht gebracht in der ersten halben Stunde in Größe und Gestalt Veränderungen erfahren. Auch die Möglichkeit einer solchen Veränderung ist nicht nahegelegt. Eine Vorstellung des Pyrenoides als Fermentspeicher läßt sich weder aus dem Versuch STEINECKES und ZIEGENSPECKS noch aus anderen vorläufig ableiten. Damit fällt auch die weitere Schlußfolgerung der Verfasser.

Nebenbei sei bemerkt, daß die als Vakuolen beschriebenen Gebilde im Pyrenoid eingebettete Stärkekörner sind (CZURDA 1928, S. 152).

---

## 21. August Rippel: Kritisches zur Assimilationsgleichung von J. C. Ghosh.

(Eingegangen am 6. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

J. C. GHOSH veröffentlichte[1]) kürzlich eine Formel, welche, von Überlegungen über den Chemismus ausgehend, den Vorgang der Photosynthese reaktionskinetisch erfassen soll; zugrunde gelegt werden die HARDERschen Versuche[2]). Die Darlegungen erscheinen im ersten Augenblick bestechend. Beschäftigt man sich jedoch näher damit, so treten ernste Bedenken auf, da die experimentellen Zahlen tatsächlich systematische Abweichungen von der aufgestellten Formulierung zeigen. Ich halte es in grundsätzlicher Hinsicht für wünschenswert, darauf aufmerksam zu machen, da man in neuerer Zeit sehr oft der mathematischen Formulierung größere Exaktheit zuzusprechen scheint als das möglich ist, indem sich nämlich bei genauem Zusehen zeigt, daß die Grundlagen für eine exakte mathematische Auswertung noch gar nicht gegeben sind und vielfach die Anpassung experimenteller Werte an eine Formel nicht gründlich genug geprüft wird.

GHOSH erhält schließlich eine nach y (= Geschwindigkeit der $CO_2$-Zerlegung im stationären Zustand) aufgelöste Formel, deren reziproker Wert eine Gerade von bestimmter, nach den Nebenbedingungen verschiedener Neigung ist. Die ursprüngliche Funktion ist also eine Hyperbel; die reziproken Werte einer solchen stehen in linearer Abhängigkeit.

GHOSH prüft nun, wie weit die nach seiner Formel berechneten Werte mit den experimentell ermittelten übereinstimmen und findet, von geringen Ausnahmen abgesehen, eine innerhalb der Fehlergrenzen durchaus befriedigende Übereinstimmung. Eine nähere Beschäftigung mit den fraglichen Zahlen zeigt nun, daß das Bild keineswegs so günstig ist, insofern als die Abweichungen der berechneten von den gefundenen Werten einen ganz systematischen Gang erkennen lassen, wie am besten aus Tabelle 1 zu erkennen ist, in der oberen Hälfte für variable $CO_2$-Konzentration bei konstanter Lichtintensität, in der unteren Hälfte für variable Lichtintensität bei konstanter $CO_2$-Konzentration. Die Zahlen sind so

1) J. C. GHOSH, Jahrb. f. wiss. Botan. 69, 572, 1928.
2) R. HARDER, ebenda 60, 531, 1921.

Tabelle 1.

| $CO_2$-Konzentration | MK 667 | 2000 | 6000 | 18000 |
|---|---|---|---|---|
| 0.04 | — 3.3 | — 1.6 | — 15.1 | — 19.2 |
| 0.16 | 0 | + 0.3 | + 5.0 | — 5.3 |
| 0.32 | 0 | — 7.7 | 0 | + 0.7 |
| | — 3.3 | — [illegible].0 | — 10.1 | — 23.8 |

| MK | $CO_2$-Konz. 0.01 | 0.04 | 0.16 | 0.32 |
|---|---|---|---|---|
| 2000 | + 1.4 | + 4.2 | — 7.9 | — 14.3 |
| 6000 | + 15.6 | — 1.4 | + 2.2 | — 3.5 |
| 18000 | + 15.1 | — 8.5 | — 1.8 | + 2.6 |
| | + 32.1 | — 5.7 | — 7.5 | — 15.2 |

gewonnen, daß die Abweichung der berechneten von den gefundenen Werten in % von diesen (gefundenen) ausgedrückt sind. Was schon bei Betrachtung der Einzelzahlen zu sehen ist, wird erst recht deutlich, wenn man diese prozentualen Abweichungen für jede Lichtkonzentration (obere Hälfte) bzw. für jede $CO_2$-Konzentration (untere Hälfte) zusammenzählt, wie das in der Tabelle jeweils unter dem Strich geschehen ist. Es nehmen also die negativen Abweichungen systematisch zu, je höher die konstante Lichtintensität bzw. die konstante $CO_2$-Konzentration ist. Die Erscheinung ist so einheitlich, daß kein Zweifel darüber bestehen kann, daß diese Abweichungen systematischer Natur sind. Es ist in diesem Zusammenhang auch sicherlich kein Zufall, daß die reziproken Werte nach GHOSH, wenn man von dem äußersten linken absieht, alle eine Durchbiegung nach unten zeigen, wie man durch Aufzeichnen leicht feststellen kann. Allerdings sind diese Abweichungen meist nur sehr gering. Man kann sich jedoch leicht davon überzeugen, daß bei ähnlich verlaufenden Kurven durch Einführung der reziproken Werte eine weitgehende Verflachung eintritt, so daß oft fast eine Gerade entsteht.

Diese Feststellung nun bedeutet aber wiederum nichts anderes, als daß eben die HARDERschen Experimentalzahlen sich nicht mit der GHOSHschen Formel erfassen lassen, sondern systematisch abweichen und unter den vorliegenden Versuchsbedingungen um so mehr darunter liegen, je höher die Nebenbedingungen sind. Die $CO_2$-Assimilation steht hier also nicht in hyperbolischer Abhängigkeit von dem variablen Faktor ($CO_2$-Konzentration, Lichtintensität). Welche Funktion hierfür in Frage kommt, muß dahingestellt bleiben. Unter allen Umständen jedoch ist es kaum zu erwarten, daß man heute schon den komplizierten

Assimilationsvorgang durch eine Formel ausdrücken kann, in der alle Teilvorgänge eindeutig bestimmt sind.

Es sei nun, um eine gewisse Erklärung für die gekennzeichneten Abweichungen zu geben, noch kurz darauf hingewiesen, daß einige der von GHOSH aufgestellten Beziehungen, welche zu seiner Formel führten, sicherlich nicht ganz zutreffend sind. GHOSH setzt bei der Zerlegung der Peroxydmoleküle durch die Katalase diese Zerlegung proportional der Zahl der Peroxydmoleküle. Er macht dabei die Annahme, daß bei einer konstanten Temperatur die Fermenttätigkeit in den Chloroplasten konstant bleibt. Diese Annahme wird kaum zutreffen. Wir wissen, daß eine bestimmte Enzymmenge bei Einwirkung auf steigende Substratkonzentration in immer weiter abnehmendem Verhältnis spaltet. Es wird also wohl nicht die einfache lineare Beziehung ($K_4 n\alpha_1$), bestehen können, welche GHOSH für die Zerlegung der Peroxydmoleküle ($n\alpha_1$) annimmt. Er nimmt ferner an, daß die $CO_2$-Anhäufung an der Chloroplastenoberfläche proportional sei der Zahl der freien Chlorophyllmoleküle $n(1-\alpha_1-\alpha_2)$ und der $CO_2$-Konzentration, also $= k_1 n (1-\alpha_1-\alpha_2)$ C. Auch diese Annahme dürfte nicht zutreffen; sondern es dürfte eher die Abhängigkeit der Adsorptionsgleichung $y = a \cdot x^b$ (wobei b kleiner als 1 ist) in Frage kommen. D. h. mit steigender $CO_2$-Konzentration wird die $CO_2$-Anhäufung an der Chloroplastenoberfläche nicht linear, sondern in abnehmendem Verhältnis steigen. Sicherlich kommen noch mehrere oder sehr viele derartiger Abhängigkeiten in Frage; doch mögen die beiden Beispiele, die keineswegs als absolut richtig gelten sollen, sondern nur zeigen mögen, in welcher Richtung Bedenken geäußert werden können, genügen.

Auf jeden Fall ist oben gezeigt worden, daß die experimentellen Ergebnisse sich nicht mit der von GHOSH aufgestellten Formel erfassen lassen. Einer entsprechenden Erweiterung der Formel, die dadurch übrigens wohl so kompliziert werden würde, daß sie kaum mehr zu handhaben wäre, müßte also davon ausgehen, daß alle die fraglichen Beziehungen vorher erst einmal festgelegt wären, bevor man eine theoretisch begründete Formel aufstellen könnte. Das dürfte z. Zt. aber noch kaum möglich sein. Auch ist noch zu berücksichtigen, daß die Prüfung einer Formel auf Übereinstimmung mit den Experimentalwerten oft nicht einfach ist, da man ja immer mit einer verhältnismäßig großen Schwankungsbreite zu rechnen hat, innerhalb deren mit mehreren Kurven von verschiedenem Charakter eine genügende Anpassung erzielt werden kann.

Göttingen, Institut für landw. Bakteriologie der Universität.

---

# 22. Richard Beatus: Über die Selbststerilität von Cardamine pratensis.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 7. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Die Untersuchungen von CORRENS (1912) über die Selbststerilität bei *Cardamine pratensis*, die für alle folgenden Untersuchungen über den Erbgang der Selbststerilität grundlegend wurden, hatten noch mancherlei Fragen über die bei *Cardamine* herrschenden Verhältnisse offengelassen. Zweifellos müssen, wie CORRENS (1928 p. 298) ausführt, die Hemmungsfaktoren bei *Cardamine pratensis* einen anderen Vererbungsgang haben, als bei der von LEHMANN und FILZER analysierten *Veronica syriaca*. „Bei *Veronica syriaca*“, sagt CORRENS, „ist mein Grundversuch, die Rückkreuzung der $F_1$-Pflanzen mit den beiden Eltern, nicht ausführbar, da sie ja einjährig ist. Aus den übrigen Ergebnissen kann man aber mit Sicherheit schließen, daß alle $F_1$-Nachkommen mit beiden Eltern fertil sein müßten, da die Faktorenkombinationen der Eltern unter den Kindern nicht vertreten sein können. Bei *Cardamine* sind in $F_1$ auch 4 gleichgroße Individuengruppen vorhanden, aber nur eine ist mit beiden Eltern fertil, eine ist mit beiden steril und die zwei anderen sind mit je einem Elter fertil und mit dem anderen steril. Dieser Typus kommt auch bei anderen Kreuzblütlern vor, so daß man später vielleicht einen Cruciferen-Typus einem Tubifloren-Typus gegenüberstellen kann.“

Ich habe im vergangenen Jahre begonnen, mich mit der Frage der Vererbung der Selbststerilität bei *Cardamine pratensis* zu beschäftigen. Die Versuche haben durchaus in Übereinstimmung mit den Erfahrungen von CORRENS ergeben, daß die Verhältnisse hier mancherlei Komplikationen aufzuweisen haben. So war es mir bislang auch noch nicht möglich, zu einem endgültigen Schluß zu kommen. Dennoch führten die Versuche zu einer Reihe von Ergebnissen, über die ich im folgenden kurz berichten möchte.

Es war von Anfang an mein Bestreben, meine Untersuchungen auf einem größeren Ausgangsmaterial aufzubauen und möglichst viele Pflanzen von verschiedenen Standorten miteinander zu kombinieren. Ich gebe zunächst eine Übersicht über das zur Verwendung gekommene Material.

Tabelle 1.

| Bezeichnung | Herkunft |
|---|---|
| TA 1 — TA 10 | Rasenflächen des Tübinger |
| TH 1 — TH 10 | Bot. Gartens |
| N 1 — N 12 u. N 20 — N 26 | Nagold |
| B 1 — B 11 | Erkner bei Berlin |
| L 1 — L 11 | Ulm a. D. |
| T 1 — T 30 | Ammerwiesen bei Lustnau |
| C 1 — C 18 | Wiesen bei Derendingen |
| S 1 — S 15 | Bläsiberg bei Tübingen |
| E 1 — E 11 | Österberg/Tübingen |
| O 1 — O 15 | Sandweg nach Bebenhausen |
| B 12 — B 30 | Berlin[1]) |

Zur Kreuzung kamen im ganzen 95 Pflanzen, mit denen bislang 2500 Bestäubungen ausgeführt wurden.

Über die Methodik ist das Folgende mitzuteilen. Die Pflanzen wurden jede für sich in gleich große mit gleicher Erde beschickte Töpfe gepflanzt. Die Isolation geschah für jede einzelne Pflanze in Isolierkästchen (vgl. LEHMANN 1919, Abb. 1). Kastriert wurde in derselben Weise, wie es von CORRENS durchgeführt wurde, durch Beseitigung der 4 längeren Staubfäden. Vor der Belegung wurde jede Narbe mit einer LEITZ-Lupe (16fache Vergrößerung) auf Reinheit kontrolliert. Um das Verlieren von reifen Samen zu verhindern, wurden die Schoten vor dem Aufspringen in kleine Gazebeutelchen gehüllt. Beim Abnehmen wurde die Länge jeder einzelnen Schote gemessen und die in ihr enthaltenen Samen gezählt.

## Selbstbestäubungen.

*Cardamine pratensis* ist bis heute als streng selbststeril bekannt, besonders nach den Untersuchungen von HILDEBRAND und JOST. Auch CORRENS schreibt in seiner Arbeit von 1912, daß „alle speziell darauf (auf Ansatz durch Selbstbestäubung) abzielende Versuche einen

1) Herrn Prof. Dr. METZNER, der die Freundlichkeit hatte, mir diese Pflanzen zu besorgen, möchte ich auch an dieser Stelle nochmals herzlich danken.

völlig negativen Ausfall zeigten". Meine eigenen Versuche ergaben ein anderes Bild. Es hat den Anschein, als ob von völliger, strenger Selbststerilität sich alle Übergänge fänden bis zur Selbstfertilität, vorausgesetzt, daß man ein genügend großes Untersuchungsmaterial verwendet. Ich möchte den Ausdruck „selbstfertil" hier noch tunlichst vermeiden und alle die Fälle, bei denen durch Selbstbestäubung ein Ansatz erfolgte, unter dem EASTschen Begriff der Pseudo-Selbstfertilität zusammenfassen. EAST spricht in einer seiner Arbeiten auch noch von einer „End season fertility" bei *Nicotiana*. Wenn ich es richtig verstanden habe, so liegen die Verhältnisse derart, daß für die Pseudo-Selbstfertilität in der Hauptsache äußere Faktoren wie Licht, Feuchtigkeit und dgl. verantwortlich zu machen sind. Für die „End season fertility" ist das Stadium der Blühperiode verantwortlich, in dem die Bestäubung erfolgte. So konnte EAST beobachten, daß gegen Ende der Gesamt-Blühperiode einer Pflanze verhältnismäßig oft ein Ansatz durch Selbstbestäubung sich erzielen läßt. Eine andere Möglichkeit, Samen durch Selbstbestäubung zu erhalten, besteht nach EAST darin, daß man auf künstliche Art die Lebensdauer einer Blüte verlängert oder auf einem anderen Wege dafür sorgt, daß auch die eigenen Pollenschläuche die Eizellen noch erreichen, bevor sie ihre Empfängnisfähigkeit verlieren. Dies gelang sehr leicht durch Knospenbestäubung. (Die Kurve des Pollenschlauchwachstums eigenen Pollens ist ja fast eine gerade Linie, während die Wachstumskurve von Pollen einer fertilen Kombination sehr rasch ansteigt und das Bild einer autokatalytischen Reaktion darstellt.)

Von den 88 *Cardamine*-Pflanzen, die von mir auf Ansatz durch Selbstbestäubung geprüft wurden, waren etwas über die Hälfte streng selbststeril, alle übrigen in verschieden hohem Grade pseudo-selbstfertil. Ich gebe die Resultate in Tabellenform umstehend in Tabelle 2 wieder.

Die Zahl der auf diesem Wege erhaltenen Samen betrug im Mittel 1—2 pro Schote. An jeder Pflanze wurden durchschnittlich 7 Selbstbestäubungen ausgeführt, und zwar wurden dieselben nicht hintereinander vorgenommen, sondern die geselbsteten Blüten waren über die Gesamtdauer der Blühperiode einer Pflanze verteilt.

Über den Einfluß des Alters einer Blüte auf den Samenansatz konnte ich nichts Gesetzmäßiges feststellen. Die Grenzen zeigen sich sehr weit gesteckt, was vielleicht am besten einige Zeilen aus den Versuchsprotokollen zeigen.

Tabelle 2.

| Pflanze | Zahl der Selbstbestäubungen | Pos. | Neg. | Pflanze | Zahl der Selbstbestäubungen | Pos. | Neg. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L 1 | 9 | 9 | — | T 14 | 3 | — | 3 |
| L 2 | 6 | — | 6 | T 16 | 6 | — | 6 |
| L 3 | 7 | 4 | 3 | T 17 | 4 | — | 4 |
| L 4 | 6 | — | 6 | T 20 | 2 | — | 2 |
| L 5 | 4 | — | 4 | T 24 | 4 | — | 4 |
| L 7 | 8 | 1 | 7 | T 25 | 3 | — | 3 |
| L 10 | 2 | — | 2 | T 26 | 7 | 1 | 6 |
| N 2 | 7 | 1 | 6 | T 28 | 3 | — | 3 |
| N 3 | 11 | 1 | 10 | T 28a | 7 | 2 | 5 |
| N 4 | 3 | 3 | — | T 29 | 13 | — | 13 |
| N 5 | 16 | 1 | 15 | T 30a | 11 | 7 | 4 |
| N 7 | 8 | 1 | 7 | O 1 | 33 | 12 | 21 |
| N 8 | 1 | 1 | — | O 2 | 29 | 3 | 26 |
| N 10 | 13 | — | 13 | O 6 | 14 | 3 | 11 |
| N 11 | 9 | 1 | 8 | TA 2 | 20 | 7 | 13 |
| N 23 | 4 | 3 | 1 | TA 5 | 10 | 3 | 7 |
| N 26 | 10 | — | 10 | TA 7 | 3 | — | 3 |
| C 2 | 15 | 2 | 13 | TA 9 | 3 | — | 3 |
| C 6 | 9 | 1 | 8 | S 1 | 6 | — | 6 |
| C 7 | 7 | — | 7 | S 4 | 3 | — | 3 |
| C 8 | 3 | — | 3 | S 5 | 3 | — | 3 |
| C 9 | 2 | — | 2 | S 8 | 6 | 3 | 3 |
| C 11 | 11 | — | 11 | S 10 | 7 | 1 | 6 |
| C 13 | 2 | — | 2 | S 11 | 7 | 1 | 6 |
| C 14 | 6 | — | 6 | S 13 | 6 | — | 6 |
| C 15 | 5 | — | 5 | S 15 | 5 | — | 5 |
| C 16 | 4 | — | 4 | TH 9 | 34 | 6 | 28 |
| C 17 | 3 | — | 3 | TH 10 | 4 | — | 4 |
| C 18 | 3 | — | 3 | B 1 | 8 | — | 8 |
| E 5 | 11 | 4 | 7 | B 3 | 10 | 9 | 1 |
| E 6 | 4 | — | 4 | B 4 | 5 | 1 | 4 |
| E 7 | 7 | 2 | 5 | B 5 | 1 | — | 1 |
| E 8 | 11 | 1 | 10 | B 6 | 2 | — | 2 |
| E 9 | 13 | 2 | 11 | B 7 | 2 | — | 2 |
| E 3 | 6 | 5 | 1 | B 9 | 4 | 3 | 1 |
| T 1 | 6 | — | 6 | B 13 | 1 | — | 1 |
| T 2 | 7 | — | 7 | B 14 | 2 | — | 2 |
| T 3 | 14 | — | 14 | B 18 | 3 | — | 3 |
| T 4 | 8 | — | 8 | B 22 | 1 | — | 1 |
| T 6 | 15 | 11 | 4 | B 23 | 1 | — | 1 |
| T 7 | 3 | — | 3 | B 24 | 1 | — | 1 |
| T 9 | 5 | — | 5 | B 25 | 1 | — | 1 |
| T 11 | 8 | — | 8 | B 28 | 1 | — | 1 |
| T 12 | 4 | — | 4 | | | | |
| T 13 | 4 | — | 4 | | | | |

Tabelle 3[1]).

Pflanze TA 2.

| Nr. der Blüte | Auf-gebl. am | Be-stäubt am | Art der Bestäubung | Länge der Schote | Zahl der Samen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | — | 12. V. | selbstbest. | 10,5 | 0 | Knospe |
| 16 | — | 12. V. | " | 10,5 | 0 | " |
| 19 | — | 13. V. | " | 11 | 1 | " |
| 35 | 18. V. | 18. V. | " | 17,5 | 3 | am selben Tag bestäubt |
| 36 | 18. V. | 18. V. | " | 16,5 | 2 | " " " " |
| 37 | — | 18. V. | " | 13,5 | 1 | Knospe |
| 38 | — | 18. V. | " | 13 | 1 | " |

Pflanze TH 9.

| Nr. der Blüte | Auf-gebl. am | Be-stäubt am | Art der Bestäubung | Länge der Schote | Zahl der Samen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 88 | 27. IV. | 30. IV. | selbstbest. | 8 | 0 | sehr alte Blüte |
| 89 | 27. IV. | 30. IV. | " | 20 | 3 + 5 | " " " |
| 90 | 27. IV. | 30. IV. | × E 6 | 14,5 | (7) | alte Blüte |
| 91 | 27. IV. | 30. IV. | × E 6 | 15,5 | (7) | " " |
| 92 | 27. IV. | 30. IV. | × E 6 | 20,5 | 1 + 13 | sehr alte Blüte |
| 93 | 30. IV. | 30. IV. | × E 6 | 21 | (11) | am gleichen Tag bestäub |

Mitunter kommt es zwar vor, daß in einer durch Knospenbestäubung erhaltenen Schote ein oder zwei Samen mehr sind, als in einer auf dem gewöhnlichen Weg erhaltenen. Aber bei demselben Individuum sind dann Knospenbestäubungen wieder ganz erfolglos, und die Bestäubung einer älteren Blüte ergibt mehr Samen.

Die Ergebnisse der 4 Pflanzen L 1, B 3, T 30a u. T 6 verdienen eine eigene Behandlung deshalb, weil sie einen besonders hohen Grad von Pseudo-Selbstfertilität aufweisen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4.

| Pflanze | Zahl der Selbst-Bestäubungen | Positiv | Negativ | Samenzahl im Mittel |
|---|---|---|---|---|
| L 1 | 9 | 9 | — | 2,7 |
| B 3 | 10 | 9 | 1 | 3,5 |
| T 30a | 11 | 7 | 4 (3 s. alte Blüten) | 7,7 |

1) Hier, wie auch in den folgenden Tabellen, bedeuten in der Rubrik Zahl der Samen die eingeklammerten Zahlen taube Samen, ebenso die an zweiter Stelle geschriebenen.

Für Pflanze T 6 möchte ich die Tabelle (5) aus dem Versuchsprotokoll anführen. Dabei sind die Fremdbestäubungen alle weggelassen und nur die geselbsteten Blüten angeführt.

Tabelle 5.

Pflanze T 6.

| Nr. der Blüte | Aufgebl. am | Bestäubt am | Art der Bestäubung | Länge der Schote | Zahl der Samen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10. IV. | 10. IV. | selbstbest. | abgefallen | | |
| 2 | 19. IV. | 20. IV. | „ | „ | | |
| 3 | 19. IV. | 21. IV. | „ | 8 | 0 | alte Blüte |
| 4 | 20. IV. | 21. IV. | „ | abgefallen | | |
| 14 | 14. V. | 13. V. | „ | 15 | 12 | Knospe |
| 18 | 19. V. | 19. V. | „ | 12 | 8 + 5 | |
| 21 | 23. V. | 23. V. | „ | 19,5 | 6 + 2 | |
| 22 | 23. V. | 23. V. | „ | 18 | 4 + 2 | |
| 27 | 28. V. | 28. V. | „ | 21 | 6 + 3 | |
| 28 | 28. V. | 28. V. | „ | 21 | 7 + 4 | |
| 29 | 28. V. | 28. V. | „ | 18,5 | 7 + 1 | |
| 30 | 28. V. | 28. V. | „ | 18,5 | 5 + 1 | |
| 31 | 28. V. | 28. V. | „ | 23 | 9 + 2 | |
| 32 | 28. V. | 28. V. | „ | 23 | 9 + 1 | |
| 33 | 28. V. | 28. V. | „ | 22,5 | 8 + 3 | |

Von den 15 geselbsteten Blüten gaben Nr. 1—4 einen negativen Ausfall. Nr. 1, 2 u. 4 fielen frühzeitig ab, so daß ich nicht sagen kann, ob die Bestäubung von Erfolg war oder nicht Nr. 3 war welk, als die Bestäubung erfolgte, die Narbe fast vertrocknet. Die gewonnene Samenzahl ist hier am höchsten und weicht kaum ab von der durch Fremdbestäubung erhaltenen. Man kann natürlich auch im obigen Fall von Pseudo-Selbstfertilität sprechen, und besonders die Blüten 27—33 dürften ein schönes Beispiel für die „End season fertility“ darstellen. Über die Frage, wie diese teilweise Pseudo-Selbstfertilität zu erklären ist, ließen sich derzeit nur Theorien aufstellen. Wir wollen ihre Wertung bis nach Abschluß weiterer Untersuchungen aufschieben. Von Interesse dürfte aber sein, daß fast alle Samen, die durch Selbstbestäubung erhalten wurden, sehr gut keimten. Nur in einem Fall waren unter den 8 Keimlingen 3 Albinos, die nach ungefähr 3 Wochen eingingen. Die übrigen wuchsen sehr schön weiter.

## Die Kreuzungen.

Jede Verbindung wurde mehrmals in beiden Richtungen ausgeführt, so daß mir die Ergebnisse von meist 15—25 Bestäubungen als Kriterium für die Fertilität bzw. Sterilität einer Kombination diente. Wir wollen erst die

Fertilen Kombinationen

einer kurzen Betrachtung unterziehen.

Der Samenansatz war hier regelmäßig sehr gut. Nur in einem einzigen Fall konnte ich beobachten, daß bei ein und derselben Verbindung einmal ein sehr guter, das andere Mal ein sehr schlechter Ansatz stattfand, stets, wenn S 13 in eine Verbindung eingeführt wurde. Mir erscheint das besonders wichtig, weil S 13 zu einer Gruppe von Pflanzen gehört, die sich in allen Fällen weitgehendst kreuzungssteril erwiesen. Wir kommen auf diese Gruppe weiter unten noch zu sprechen.

Das ungleich gute Ansetzen bei kreuzungsfertilen Verbindungen, das auch schon CORRENS feststellen konnte, fand sich hauptsächlich bei Kreuzungen zwischen Pflanzen ein und desselben Standorts. Dies gilt allerdings nicht allgemein. Andere Versuchsreihen zeigen, daß jede Bestäubung gleich gut ausfiel, selbst dann, wenn die Individuen auf engem Raum beieinander standen. Am deutlichsten tritt der ungleiche Ansatz bei den Ulmer Pflanzen hervor, von denen ich im folgenden eine Übersicht über die angestellten Kombinationen und ihren Erfolg gebe.

Verwendet wurden die Pflanzen L 1, L 2, L 3, L 4, L 5, L 7 und L 10.

Tabelle 6.

| Kombination | Ergebnis | Kombination | Ergebnis |
|---|---|---|---|
| ♀ L 1 × L 7 ♂ | 4 ++ | L 3 × L 7 | 2 +; 2 — |
| L 7 × L 1 | 7 +; 5 — | L 7 × L 3 | 6 — |
| L 2 × L 1 | 3 ++; 1 — | L 4 × L 7 | 3 ++ |
| L 2 × L 7 | 4 ++ | L 7 × L 4 | 7 ++; 5 — |
| L 7 × L 2 | 11 ++; 2 — | L 10 × L 5 | 2 — |
| L 3 × L 4 | 6 ++ | L 5 × L 10 | 2 + |
| L 4 × L 3 | 3 — | L 7 × L 8 | 4 —; 2 je 1 Samen |

Dabei bedeutet + guten Ansatz, ++ sehr guten, — negativen Ausfall. Die Zahlen geben die gemachten Bestäubungen an.

Was in der Tabelle noch besonders auffällt, ist, daß eine von beiden reziproken Verbindungen gar nicht so selten einen

völlig negativen Ausfall zeigt[1]). Bemerkenswert ist noch, daß unter den 7 Ulmer Pflanzen vom gleichen Standort nur ein Fall weitgehendster Kreuzungssterilität vorliegt (L 7 × L 8). Ähnliche Ergebnisse erhielt ich auch bei den Nagolder Pflanzen. Nur trat hier der ungleich gute Samenansatz nicht so häufig in Erscheinung. Unter den Verbindungen, die mit 10 Pflanzen angestellt wurden, konnte ich 3 Fälle mit Kreuzungssterilität feststellen. Pflanzen aus dem Tübinger Botanischen Garten erwiesen sich ebenfalls zu einem großen Prozentsatz fertil untereinander. Das ist immerhin auffallend im Vergleich zu den Angaben JOSTs über das Verhalten der *Cardamine pratensis* des Straßburger Botanischen Gartens.

Die Kreuzungssterilität

ist nicht immer vollkommen. In manchen Schoten fanden sich doch einzelne Samen, in den meisten Fällen nur einer, nie mehr als zwei, aber das sind Ausnahmen. Die übrigen Bestäubungen zeitigten keinen Erfolg. Ich möchte hier einen Fall vorwegnehmen, dessen faktorielle Erklärung nicht einfach sein dürfte. Es wurden vier Pflanzen, E 9, O 2, TA 5 und TH 9, untereinander gekreuzt. Dabei ergab sich folgendes:

Tabelle 7.

| | | | |
|---|---|---|---|
| E 9 × O 2 | 18 | Bestäubungen ergaben | 11 Samen durchschnittlich |
| E 9 × TA 5 | 11 | „ „ | nur taube Samen |
| E 9 × TH 9 | 19 | „ „ | 0,4 Samen durchschnittlich |
| O 2 × TA 5 | 17 | „ „ | 0,5 „ „ |
| O 2 × TH 9 | 20 | „ „ | 0,5 „ „ |
| TA 5 × TH 9 | 18 | „ „ | 14 „ „ |

In einem kleinen Schema läßt sich das so darstellen:

```
                +
   TA 5 ──────────────── TH 9
    |   \            /    |
  − |    −   \  /   −     | −
    |    −   /  \   −     |
    |   /            \    |
   E 9 ────────────────── O 2
                +
```

1) Würde *Cardamine pratensis* im Erbgang der Selbststerilität dem Personatentyp folgen, wie *Veronica syriaca* oder *Nicotiana*, so könnte diese Tatsache leicht erklärt werden. Nur müßten einmal durch Pseudo-Selbstfertilität Homozygoten entstanden sein, z. B. $\alpha\beta$ selbstbestäubt würde geben 1 $\alpha\alpha$, 2 $\alpha\beta$ und 1 $\beta\beta$. Kreuzt man nun ♀ $\alpha\beta \times \alpha\alpha$ ♂, so wird man keinerlei Samen erhalten, ganz im Gegensatz dazu würde die Verbindung ♀ $\alpha\alpha \times \alpha\beta$ ♂ positiv ausfallen.

Man kann daraus nur so viel sehen, daß *Cardamine pratensis* sich bestimmt nicht in die Reihe der selbststerilen Pflanzen einordnen läßt, die dem Tubifloren-Typ folgen.

Die übrigen sterilen Kreuzungen bieten nichts besonderes. Nur eine Gruppe von Pflanzen mag noch kurz erwähnt werden. Sie stammen alle vom selben Standort in der Nähe Tübingens und treten dadurch hervor, daß alle Kombinationen, die mit ihnen angestellt wurden, negativ ausfielen. Die einzige Ausnahme, Pflanze S 13, habe ich oben schon erwähnt. Man wird zunächst daran denken, daß *Andröceum* und *Gynöceum* nicht normal entwickelt waren. Dies trifft aber hier nicht zu. Der Pollen machte einen ganz normalen guten Eindruck, und daß auch die Eizellen empfängnisfähig waren, beweist, daß sowohl bei Selbstbestäubung als auch bei Fremdbestäubung einzelne wenige Schoten einen geringen Samenansatz zeigten (1—2 Samen). Im folgenden ist eine Tabelle einer zu dieser Gruppe gehörigen Pflanzen angeführt.

Tabelle 8.

Pflanze S 11.

| Nr. der Blüte | Aufgebl. am | Bestäubt am | Art der Bestäubung | Länge der Schote | Zahl der Samen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5. IV. | 5. IV. | selbstbest. | 8 | 0 | |
| 2 | 5. IV. | 5. IV. | × C 15 | 8 | 0 | |
| 3 | 6. IV. | 9. IV. | × T 24 | 22,5 | 1 + 6 | |
| 4 | 8. IV. | 9. IV. | selbstbest. | 10,5 | 0 | |
| 5 | 8. IV. | 9. IV. | × C 15 | 21,5 | (15) | |
| 6 | 8. IV. | 9. IV. | × T 29 | 23,5 | (11) | |
| 7 | 8. IV. | 9. IV. | × T 29 | 25 | (15) | |
| 8 | 9. IV. | 9. IV. | × C 15 | 26 | (12) | |
| 9 | 9. IV. | 9. IV. | × C 15 | 22 | (10) | |
| 10 | 21. IV. | 21. IV. | selbstbest. | 15 | 0 | s. alte Blüte |
| 11 | 21. IV. | 21. IV. | " | 12 | 0 | |
| 12 | 21. IV. | 21. IV. | " | 11 | 0 | abgef. Blüte |
| 13 | 21. IV. | 21. IV. | × T 24 | 24 | (10) | |
| 14 | 21. IV. | 21. IV. | × T 24 | 17 | 1 + 7 | s. alte Blüte |
| 15 | 21. IV. | 22. IV. | × T 24 | 20 | 1 + 9 | |
| 16 | 22. IV. | 22. IV. | × T 29 | 22,5 | 1 + 13 | |
| 17 | 22. IV. | 22. IV. | × T 29 | 18 | (6) | alte Blüte |
| 18 | 22. IV. | 22. IV. | selbstbest. | 12 | 1 | |
| 19 | 22. IV. | 22. IV. | " | 12,5 | 0 | |

Wir betrachten nun noch das Verhalten der Schotenlänge nach Kreuzbestäubung. In Tabelle 8 tritt deutlich hervor, daß die Schoten nach einer Fremdbestäubung noch stark in die Länge wuchsen, auch dann, wenn sie nur taube Samen enthielten. Die selbstbestäubten dagegen blieben kurz, wenn sie auch nicht unbeträchtlich variieren, so ist der Unterschied zwischen selbstbestäubten und fremdbestäubten doch deutlich sichtbar. Dies ist aber nicht überall der Fall. Es sind auch Beispiele vorhanden, wo diese Differenz in der Schotenlänge bei Fremdbestäubung und Selbstbestäubung nicht vorhanden ist. In diesen Fällen bleiben auch bei Kreuzbestäubung die Schoten kurz und werden nicht länger als die selbstbestäubten. Sie bewegen sich auch in der denselben zukommenden Variationsbreite. Worauf diese Erscheinung beruht, ist noch nicht zu übersehen.

So wird das Bild der Selbststerilität in mancher Richtung kompliziert. Gewisse neue Ansätze zur Erklärungsmöglichkeit bieten aber

1. das Auftreten von Kreuzungssterilität bei Bestäubung von Pflanzen verschiedener Herkunft,
2. das bestimmte Verhalten einzelner Pflanzen bei Kreuzung untereinander,
3. die Häufigkeit der Pseudo-Selbstfertilität und
4. die verschiedene Länge der Schoten, sowohl bei Selbstbestäubung als auch bei kreuzungssterilen und kreuzungsfertilen Kombinationen.

Diesen Ansätzen wird durch weitere Kreuzungen nachgegangen.

---

## Literatur.

CORRENS, C., 1912: Selbststerilität und Individualstoffe. Festschr. Med. Nat. Ges z. 84. Vers. Deutsch. Naturf. und Ärzte.

—, —, 1928: Neue Untersuchungen an selbststerilen Pflanzen. I. *Tolmiea Menziesii.* Biol. Zentralbl. 48. Bd. H. 12.

—, —, 1928: Ref. über: FILZER, PAUL, Die Selbststerilität von *Veronica syriaca.* Zeitschr. f. Bot. Bd. 20 p. 296.

EAST, E. M., and MANGELSDORF, A. J., 1925: A new interpretation of the hereditary behavior of self-sterile plants. Proc. of the Nat. Acad. of Science 11, 166—171.

EAST, E. M. and PARK, J. R., 1917: Studies on self-sterility I. The behavior of self-sterile plants. Genetics 2, 505—609.

Filzer, P., 1926: Die Selbststerilität von *Veronica syriaca*. Zeitschr. f. ind. Abstammungs- und Vererbungslehre 41, 137.

Lehmann, E., 1919: Über die Selbststerilität von *Veronica syriaca* I u. II. Zeitschr. f. ind. Abstammungs- und Vererbungslehre 21, 1. u. 27, 161—177.

—, —, 1928: Selbststerilität, Heterostylie. Handbuch der Vererbungswissenschaft Bd. 2, I.

---

## 23. H. Kniep: Allomyces javanicus n. sp., ein anisogamer Phycomycet mit Planogameten.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Gametenkopulation ist bei den Pilzen eine seltene Erscheinung. Wo geschlechtliche Vorgänge vorkommen, da handelt es sich meist um die Kopulation von Gametangien oder von Zellen, die nicht besonders als Sexualorgane differenziert sind (Somatogamie). Sehen wir von den Archimyceten ab, bei denen in einigen Fällen Isogamie von Planogameten nachgewiesen ist (*Olpidium*, *Synchytrium*), so ist *Monoblepharis* die einzige Gattung, bei der echte Gametenkopulation bekannt ist, und zwar in der hochentwickelten Form der Oogamie. Bei keinem anderen Fadenpilze kommen Spermatozoiden vor. Die Eier der Monoblepharis sind, wie Lagerheim und neuerdings Laibach gezeigt haben, von vornherein einkernig, also auch einfache Gameten, die in der Einzahl im Oogonium entstehen. Sie sind nicht direkt vergleichbar mit den Eiern der Saprolegniaceen, die zwar auch im fertigen Zustand nur einen Kern haben, in ihrem plasmatischen Teil aber doch zönogametischen Charakter tragen, da das Plasma ursprünglich auf eine größere Anzahl von Gameten berechnet und durch Degeneration von Kernen deren Zahl beschränkt ist. Mit vollem Rechte werden daher die Monoblephariden als die primitivsten der bisher bekannten Oomyceten angesehen und in den neueren Pilzsystemen an deren Anfang gestellt.

Die phylogenetischen Spekulationen der Forscher, die sich mit den mutmaßlichen Vorstufen der Oomyceten beschäftigt haben, bewegen sich im großen und ganzen in zwei Richtungen: die einen

gehen auf oogame Algen zurück, während andere als Ausgangsformen gewisse *Chytridiales* vermuten. Bei beiden Richtungen finden sich Auffassungen, die für einen polyphyletischen Ursprung der Oomyceten eintreten. So werden z. B. die Monoblepharidaceen von Oedogonien ähnlichen Formen, die Saprolegniaceen von Vaucheriaceen abgeleitet. Auch unter den *Chytridiales* sind es verschiedene Typen, die als Ausgangsformen, teils für die eingeißeligen Oomyceten (Monoblepharidaceen und Blastocladiaceen), teils für die zweigeißeligen (Saprolegniaceen, Pythiaceen u. a.) herangezogen werden. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, darf doch eines als sicher angenommen werden: Die Oogamie kann ebensowenig wie bei den Algen bei den Pilzen als etwas Ursprüngliches angesehen werden. So weit verbreitet nun bei den Algen aufsteigende Reihen sind derart, daß isogame Formen am Anfang stehen und durch allmähliche Übergänge zu oogamen Typen führen (*Volvocales*, *Protococcales*, *Ulothrichales*, *Phaeophyceen*), so fehlen bei den bisher bekannten Pilzen derartige Reihen vollkommen. Gerade das ist ja einer der Gründe gewesen, die zur Ableitung der Oomyceten von oogamen Algen geführt haben. Man entging damit der Notwendigkeit, die Vorstufen, soweit sie die phylogenetische Entstehung der Sexualorgane betreffen, in das Reich der ausgestorbenen mutmaßlichen Bindeglieder zwischen *Chytridiales* und Oomyceten verlegen zu müssen.

Wie dem auch sei, um die Annahme solcher Vorstufen kommen wir nicht herum, mag man sie suchen, wo man will. Das ist schon von verschiedenen Seiten mit Recht betont worden. In Anbetracht des Vorhandenseins beweglicher Spermatozoiden bei *Monoblepharis* und in Analogie mit den Entwicklungsreihen, die wir bei Algen finden, sind ursprünglich isogame Formen mit Planogameten anzunehmen. Allmählich wird sich dann eine Größenverschiedenheit der Gameten herausgebildet haben, und mit wachsender Größenzunahme haben die weiblichen Gameten schließlich ihre Beweglichkeit verloren und sind zu Eiern geworden.

Man kennt, wie gesagt, bisher unter den Phycomyceten keinen Fadenpilz, der in diesem Sinne als Vorstufe von *Monoblepharis* angesprochen werden könnte, dessen geschlechtliche Fortpflanzung also einen primitiveren Typus darstellt als die Eibefruchtung durch bewegliche Spermatozoiden. Über eine solche Form, die ich auf Java anläßlich der Untersuchung von Wasser- und Erdproben neben verschiedenen anderen neuen Arten gefunden habe, soll nun im folgenden kurz berichtet werden. Es handelt sich um eine Blastocladiacee, die zu der von BUTLER (Ann. of Bot. 1911, Bd. 25) aufgestellten

Gattung *Allomyces* gehört. Der Pilz zeigt im vegetativen Bau und unter gewissen Kulturbedingungen auch in den Fortpflanzungserscheinungen so große Ähnlichkeit mit *Allomyces arbuscula* Butl. (= *Blastocladia strangulata* Barrett), daß ich ihn zuerst für identisch mit dieser Art hielt. BARRETT (Bot. Gazette 1912, Bd. 54) hat diesen Pilz rein gezüchtet und sich eingehender mit der Entwicklungsgeschichte, der zytologischen Beschaffenheit des Myzels, der Entstehung der Zoosporangien, Keimung der Zoosporen und Beschaffenheit der eigentümlichen Dauerzellen beschäftigt. Alle diese Bildungen traten auch bei meinem Pilz auf. Junge Myzelien zeigen eine große basale Zelle mit stark entwickeltem Rhizoidensystem; sie erzeugt in einem nährstoffreichen Medium ein typisch dichotom verzweigtes Myzel (Abb. 1 a), dessen dicke Hyphen sehr zahlreiche, verhältnismäßig große Kerne enthalten. An der Basis der Gabelzweige finden sich die charakteristischen Querwände (Pseudosepten). Sie sind durch große Poren durchbrochen, die dem Plasma und auch den Kernen freien Durchtritt gestatten. Bei Kultur auf Insekten ist es leicht, Zoosporen zu erhalten. Die Zoosporangien entstehen in der Weise, daß die Hyphenspitzen unter Anschwellung durch eine geschlossene Querwand abgegliedert werden. Sie können in längeren Reihen hintereinander auftreten und haben meist ovale Gestalt Das dichotome Wachstum geht dann meist in ein sympodiales über (Abb. 1 b). Schon ganz junge Keimlinge können durch Übertragung in Wasser zur Zoosporangienbildung veranlaßt werden. Die Größe der Zoosporangien ist: 60—80 $\mu$ : 27—50 $\mu$.

Der Inhalt der Zoosporangien zerklüftet sich in eingeißelige Schwärmer, nach deren Reife sich der Behälter durch einen oder mehrere Poren öffnet. Die Öffnungsstellen sind schon frühzeitig an einer vorgetriebenen Membranpapille kenntlich, deren Verhalten bei der Öffnung BARRETT (1912, 363) näher beschreibt. Die nackten Zoosporen zwängen sich, eine nach der anderen, durch die Öffnung; die Geißel wird dabei nachgezogen und befindet sich auch beim Schwimmen des Schwärmers an dessen hinterem Ende. Die Form der Zoosporen ist im schwimmenden Zustand oval bis elliptisch; sie sind 11—12,5 $\mu$ lang und 8—10 $\mu$ breit. Das Plasma ist reich an Inhaltsstoffen, die im Leben als stark lichtbrechende Körperchen kenntlich sind und besonders nach Fixierung mit FLEMMINGschem Gemisch und Färbung mit MAYERs Hämalaun oder Hämatoxylin nach HEIDENHAIN stark hervortreten. Nach Fixierung mit BOUINscher oder BOVERIscher Flüssigkeit und nachheriger Färbung nach HEIDENHAIN verschwinden sie bei der Differenzierung, ehe der Kern entfärbt ist, so daß man auf diese Weise sehr klare

Abb. 1. Zwei Keimlinge aus Zoosporen. a rein vegetativ, b mit zahlreichen Zoosporangien und einer Dauerzelle (D). Vergr. 95.

Präparate der Schwärmer erhalten kann[1]). In der Mitte befindet sich ein großer, nach hinten eingebuchteter Körper, der sich mit den erwähnten Färbeverfahren sehr stark färbt und nur schwer wegzudifferenzieren ist (BARRETTs „food-body"). In der Einbuchtung dieses Körpers liegt der Kern, dessen Nukleolus stets nach dem Hinterende des Schwärmers gekehrt ist. Vom Nukleolus geht die Geißel aus, die 3—4mal so lang ist als der Längendurchmesser des Schwärmers (s. Abb. 2). Die Eingeißeligkeit der Zoosporen ist durchaus die Regel. Zwei- und dreigeißelige Schwärmer, die für *Allomyces arbuscula* angegeben werden, wurden auch beobachtet,

Abb. 2. Zoospore. Vergr. 675.

doch sind sie (namentlich die dreigeißeligen) verhältnismäßig selten. Die zytologische Untersuchung hat mir in allen Fällen ergeben, daß einer Überzahl von Geißeln eine entsprechende Überzahl von Kernen entspricht. Niemals habe ich einkernige Zoosporen mit mehr als einer Geißel gesehen; es handelt sich also bei den mehrgeißeligen Zoosporen um unvollkommene Aufteilung im Zoosporangium, wie sie auch in anderen Pflanzengruppen bekannt ist. In Abb. 3 ist ein dreigeißeliger Schwärmer dargestellt.

Außer den Zoosporangien bildet der Pilz auch Dauerzellen, mehrkernige Gebilde mit 3 Membranschichten, deren mittlere am dicksten ist und charakteristische Poren aufweist. Sie entstehen an den Enden von Hyphen, in Zellen, die durch eine Scheidewand abgetrennt werden. Das gesamte Plasma geht in der Bildung der

1) Abb. 2, 3 und 6 sind nach solchen Präparaten gezeichnet.

Dauerzelle auf. Nach der Reife treten die Dauerzellen aus den Mutterzellen aus. Ihre Färbung ist gelbbraun (Abb. 4).

Des weiteren kommen nun aber bei dem Pilz auch typische Geschlechtsorgane vor (Abb. 5). Sie entstehen ebenfalls an den Hyphenenden, und zwar meist reihenweise derart, daß am Ende gewöhnlich ein männliches, darunter ein oder mehrere weibliche Gametangien sitzen. In längeren Gametangienketten beobachtet man auch interkalare Antheridien (Abb. 5 b), ebenso kommen seitenständige vor. Das dichotome Wachstum des Pilzes ist dann in ein sympodiales übergegangen, wie das ja auch bei der Sporangien- und Dauerzellenbildung beobachtet wird. Daß mehrere Antheridien in

Abb. 3. Zoospore mit 3 Geißeln und 3 Kernen. Vergr. 675.

einer Kette hintereinander stehen, kommt verhältnismäßig selten vor. Im Höchstfall habe ich 4 gesehen.

Die männlichen Gametangien sind von den weiblichen schon frühzeitig durch die geringere Größe und das Auftreten einer auffallenden orange- bis zinnoberroten Färbung (die auf einem Karotin beruht) kenntlich. Das Verhältnis ihres Längendurchmessers zum größten Querdurchmesser beträgt durchschnittlich 34,5 : 23,5 μ gegen 51 : 33 μ bei den weiblichen Gametangien. Bau- und Öffnungsmechanismus stimmen im übrigen mit dem der Zoosporangien überein.

Die eingeißeligen Schwärmer, die in den männlichen Gametangien entstehen, sind ganz bedeutend kleiner als die weiblichen Gameten, denen sie sonst im Bau gleichen (s. Abb. 6 a und b). Die Messungen ergaben für den größten Längen- und Querdurchmesser folgende Werte:

♀ Gameten: 9—11,5 μ : 7,5—8,5 μ
♂ Gameten: 4,8—6,3 μ : 3,4—4,4 μ.

Ein Vergleich der Abb. 6 a und b mit Abb. 2 zeigt, daß die Gameten ganz denselben Bau haben wie die Zoosporen. Die verbreitete Auffassung, daß Planogameten und Zoosporen ursprünglich homologe Gebilde sind, erfährt dadurch eine Stütze.

**Abb. 4.** Myzelstück mit 2 Zoosporangien (Z) und 3 Dauerzellen (D). Vergr. 345.

Während nun die männlichen Gameten ohne weiteres von den Zoosporen unterschieden werden können, ist es auf Grund des morphologischen Bildes nicht immer möglich, einen weiblichen Schwärmer von einer Zoospore zu unterscheiden. Zwar übertreffen

die Zoosporen die weiblichen Gameten durchschnittlich an Größe, aber die Variabilitätskurven decken einander teilweise. Dasselbe gilt für die Größenverhältnisse der Zoosporangien und ♀ Gametangien. Man wird daher die Frage aufwerfen müssen, ob es überhaupt berechtigt ist, dreierlei verschiedene Schwärmer (ungeschlechtliche, weibliche und männliche) zu unterscheiden, und ob nicht

Abb 5. Gametangienstände. ♂ Antheridien, ♀ Oogonien. Bei c ist der Austritt der Gameten zu sehen. Vergr. 345.

vielmehr die beiden ersteren identisch sind. Wir werden gleich Beweise dafür kennen lernen, daß das nicht der Fall ist.

Zunächst wollen wir uns mit den Kopulationserscheinungen beschäftigen. Bringt man Myzel mit unreifen Gametangien aus Nährlösung in Wasser, so tritt bereits nach 1—2 Stunden Gametenbildung ein. Binnen kurzem sind alle Gametangien entleert, und die Gameten schwärmen in der Flüssigkeit in dichten Scharen herum. Die Bewegung ist keine gleichmäßige. Besonders bei den männlichen Gameten fällt auf, daß sie stoßweise erfolgt. Man

sieht im Wasser am Boden des Gefäßes größere oder kleinere Gruppen weiblicher Gameten, um die sich gewöhnlich mehrere männliche scharen. Diese Gruppierungen sind indessen anderer Art



Abb. 6. a weiblicher, b männlicher Gamet, c—h aufeinanderfolgende Kopulationsstadien. Deren Erklärung im Text. Vergr. 675.

als die bei *Ectocarpus siliculosus* beobachteten. Auch wenn weibliche Gameten allein sind, findet man sie kurz nach der Entleerung in größeren oder kleineren Klumpen beisammen, die sich langsam fortbewegen. Ebensooft sieht man einzelne weibliche Gameten, an denen ein oder mehrere männliche ansitzen. Solche Gruppen

schwärmen oft durch das Gesichtsfeld; das Bild ändert sich häufig, indem ein oder mehrere männliche Gameten den weiblichen Schwärmer verlassen, dafür andere heranschwimmen und sich festsetzen usw. Viele Gametenpaare sieht man gewöhnlich auf dem Boden des Gefäßes. Der weibliche Gamet verändert unter amoeboider Bewegung seine Gestalt, umgreift mit breiten Pseudopodien den männlichen Partner, der seinerseits unter Veränderung seiner Gestalt an dem weiblichen entlang gleiten kann. Dieses Spiel kann mehrere Minuten oder länger währen; oft glaubt man die beginnende Verschmelzung zu sehen, meist jedoch wird man enttäuscht, indem man sieht, daß der männliche Gamet sich loslöst und beide davonschwimmen. Den Kopulationsprozeß in vivo in allen Stadien zu verfolgen, ist mir noch nicht gelungen. Daß er aber stattfindet, beweist nicht nur der Umstand, daß man nach einigen Stunden zahlreiche zweigeißelige Schwärmer in dem Präparat antrifft; in von Zeit zu Zeit vorgenommenen Fixierungen und Färbungen ließen sich auch lückenlos alle Stadien von den beginnenden Zellverschmelzungen bis zur Karyogamie und Zygotenkeimung finden. Abb. 6 c zeigt ein Kopulationspaar ganz kurz nach der Zellverschmelzung. Der männliche Gamet wird offenbar sehr schnell in den viel größeren weiblichen aufgenommen. Die Plasmamassen beider sind vereinigt, die beiden Inhaltskörper liegen nebeneinander. Jedem ist der entsprechende Kern vorgelagert. Aus der Größenverschiedenheit dieser Inhaltskörper und Kerne ist deren Herkunft ohne weiteres ersichtlich. Ein ein wenig weiter vorgeschrittenes Stadium zeigt Abb. 6 d. Die Inhaltskörper verschmelzen schließlich, und zwar geschieht das, noch ehe die Kerne kopulieren (Abb. 6 e). Es folgt das in Abb. 6 f dargestellte Bild: ein großer Inhaltskörper, in dessen Einbuchtung die beiden Kerne zwar noch getrennt, aber nahe beieinander liegen. Dann verschmelzen die Kerne. (Die bei den Pilzen verbreitete Verzögerung der Karyogamie findet sich hier also nicht!) Die Nucleoli bleiben noch eine Zeitlang getrennt (Abb. 6 g). Nach Verschmelzung der Nucleoli sieht man, daß die Ursprungsstellen der beiden Geißeln zunächst ziemlich weit entfernt voneinander liegen (Abb. 6 h). In anderen, wie ich annehmen möchte, älteren Planozygoten liegen sie einander näher. Oft erhält man den Eindruck, daß die Geißeln aus distinkten Körperchen (Blepharoplasten) entspringen, die dem Nukleolus unmittelbar anliegen. Wegen der Kleinheit der Verhältnisse war es aber bisher nicht möglich, das sicherzustellen.

Die nackte, zweigeißelige Planozygote schwimmt einige Zeit umher; dann setzt sie sich fest, umgibt sich mit einer Membran

und treibt einen dünnen Keimschlauch, der zum Ausgangspunkt des weitverzweigten Rhizoidensystems wird. Ich fand junge Keimlinge schon 4 Stunden nach Entleerung der beiderlei Gameten. Der Körper der Zygote vergrößert sich und nimmt unter günstigen Ernährungsbedingungen eine keulige Form an; bei schlechter Ernährung wächst ein schmaler Schlauch hervor, der an seiner Basis noch als Erweiterung die ursprüngliche Zygote erkennen läßt. Die



Abb. 7. Umrißzeichnungen von Zygotenkeimlingen in aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien (a—f). Vergr. 225.

Umrißzeichnungen (Abb. 7) geben ein Bild von der Form der jungen Zygotenkeimlinge. Der Keimungsverlauf ist derselbe wie bei den Zoosporen. Auch die weitere Entwicklung geht ebenso vor sich wie die der Zoosporenkeimlinge, so daß sich die in Abb. 1 dargestellten Bilder ebensogut auf Zygotenkeimlinge anwenden lassen wie die in Abb. 7 auf Zoosporenkeimlinge.

Über den Kernphysenwechsel kann ich vorläufig noch keine näheren Angaben machen.

Wir kommen nun zu der Frage zurück, welche Gründe sich für eine Verschiedenheit der Zoosporen und weiblichen Gameten

geltend machen lassen. Ein Unterschied besteht zunächst darin, daß die Behälter der etwas kleineren Schwärmer stets zusammen mit Antheridien vorkommen, während die Behälter der größeren, mutmaßlichen Zoosporen nie mit Antheridien zusammen auftreten; an den Hyphenästen, an denen sie sitzen, finden sich höchstens noch Dauerzellen (s. Abb. 4). Das ist indessen noch nicht entscheidend; es könnte ja eine Art Gynomonözie vorliegen. Auch die Keimung der mutmaßlichen Zoosporen ohne Befruchtung ist an und für sich kein strikter Beweis; es könnte sich ja um Parthenogenesis handeln. Die Entscheidung brachten einige Versuche, aus denen hervorgeht, daß sich beiderlei Schwärmer physiologisch sehr verschieden verhalten. Bringt man Zoosporangien in einen Tropfen steriles Wasser auf einen Objektträger und setzt nach dem Schwärmeraustritt etwa die gleiche Menge Erbsendekokt zu (2 Erbsen auf 25 ccm Wasser), so beobachtet man bei 20 Grad schon eine Stunde nach dem Freiwerden der Zoosporen zahlreiche junge Keimlinge (kleine Kugeln mit Rhizoidschläuchen, etwa wie Abb. 7 b). Die Zoosporen keimen restlos. Isoliert man dagegen weibliche Gametangien, indem man mit einer Nadel in den Verbänden der Antheridien und Oogonien die Antheridien abtötet, und behandelt sie in gleicher Weise, so ist 4 oder 6 Stunden nach dem Ausschwärmen noch keine Veränderung wahrzunehmen. Zur gleichen Zeit haben die Zoosporenkeimlinge schon beträchtliche Größe erreicht. In mehreren dieser Gametenpräparate entwickelte sich überhaupt nichts. Nach 16 bis 24 Stunden waren hier alle Schwärmer abgestorben. In einigen traten parthenogenetische Keimlinge auf, die aber erst nach 12—16 Stunden das Stadium erreichten, das sich in den Zoosporenpräparaten bereits nach 1—3 Stunden fand. Kontrollversuche mit männlichen und weiblichen Gameten zeigten ferner nicht nur eine viel ausgiebigere Keimung, sondern auch eine schnellere Entwicklung. Wenn also auch die Fähigkeit zu parthenogenetischer Entwicklung vorhanden ist, so sind doch die Unterschiede im Verhalten der Zoosporen und weiblichen Gameten so erhebliche, daß an der Verschiedenheit beider nicht gezweifelt werden kann. Eine Schädigung der Gametangien bei der Isolierung, an die man denken könnte, kommt nicht in Frage, denn die weiblichen Gameten schwärmten sämtlich ganz normal aus, zur selben Zeit, teilweise sogar etwas früher als diejenigen Kontrollexemplare, die im normalen Verband mit den Antheridien belassen worden waren.

Wir haben im vorstehenden eine geschlechtliche Fortpflanzungsweise kennengelernt, wie sie wohl bei einigen Algen vorkommt (*Chlamydomonas Braunii*, *Phyllobium*, *Characium limneticum*, *Codium*,

*Bryopsis*, *Nemoderma*, *Cutleria* u. a.), bisher aber m. W. noch bei keinem Pilze gefunden worden ist. Es ist zugleich die primitivste Form der geschlechtlichen Fortpflanzung unter den bislang bekannten Fadenpilzen. Die Blastocladiaceen rücken damit im System an die Stelle, die bis jetzt von den Monoblepharidaceen eingenommen wurde, d. h. an den Anfang der Oomyceten. Durch die Eingeißeligkeit der Schwärmer und andere Merkmale sind sie zweifellos mit den Monoblepharidaceen verwandt. Andererseits bestehen offensichtlich Beziehungen zu den Hyphochytriaceen, die zu den *Chytridiales* gerechnet werden, und („nach oben“) wohl auch zu den Leptomitaceen.

Eine besonders bemerkenswerte Erscheinung ist auch die, daß die Zygote ohne Ruhestadium keimt. Auch das ist bei den Pilzen etwas äußerst seltenes. Ich kenne keinen Oo- oder Zygomyceten, bei dem das vorkäme. Die Asco- und Basidiomyceten lassen sich zum Vergleich nicht ohne weiteres heranziehen. Auch bei den Archimyceten (im weitesten Sinne) ist ein Ruhestadium nach der Gametenkopulation die Regel (*Olpidium*, *Synchytrium*); Angaben über unmittelbare Keimung der (isogam entstandenen) Zygoten sind mir nur für die von SOROKIN aufgestellten Gattungen *Tetrachytrium* und *Hapalocystis* bekannt, die bisher nicht wiedergefunden worden sind. An die Stelle der Dauerzygoten treten bei den Blastocladiaceen Ruhezustände in Form der eigenartigen, mehrkernigen Dauerzellen, die von BUTLER und VON MINDEN für Azygoten gehalten worden sind. Sie haben mit der geschlechtlichen Fortpflanzung nichts zu tun, obwohl sie eine entfernte äußerliche Ähnlichkeit mit den Zygoten von *Monoblepharis* haben. Ob hierin ein Ausdruck verwandtschaftlicher Beziehungen gesehen werden darf, kann hier noch nicht erörtert werden.

Ich nenne den Pilz *Allomyces javanicus* n. spec. Daß er zur Gattung *Allomyces* gehört, unterliegt keinem Zweifel; die Frage ist nur, ob er nicht doch mit einer der bisher beschriebenen *Allomyces*-Arten identisch ist. Ausschlaggebend für die Neubenennung war mir die Gametenbildung. Man könnte nun meinen, dieselbe komme auch bei *Allomyces arbuscula* (der meinem Pilz am nächsten steht) vor, sei aber übersehen worden. Da mir Originalmaterial von *A. arbuscula* nicht vorliegt, kann ich das nicht entscheiden. Sicher ist, daß die Gametangienbildung von bestimmten Außenbedingungen abhängt, und es wäre möglich, daß die früheren Untersucher unter Bedingungen gearbeitet haben, die für die Gametangienbildung nicht günstig waren. Es stimmen aber auch die Größenverhältnisse meines

Pilzes nicht ganz zu denen von *A. arbuscula*. Außerdem verfüge ich über ganz ähnliche Formen, bei denen es mir bisher nicht gelungen ist, Gametangien hervorzurufen. Damit glaube ich die Neubenennung vorläufig rechtfertigen zu können.

Alle Einzelheiten, insbesondere über die Kulturmethoden, die mikroskopische Technik und Zytologie, die Bedingungen des Wachstums und der Fortpflanzung sowie eine eingehendere Erörterung der phylogenetischen Zusammenhänge werden in der ausführlichen Arbeit enthalten sein.

---

1

2

3

4

5

6

7

8

9

dess. Sch.

# Vorläufiges Programm
## der Botanikertagung in Danzig

5.—10. August 1929.

---

Montag, den 5. August: Begrüßungsabend.

Dienstag, den 6. August:

Vormittag: Gemeinsame Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft und der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und Systematische Botanik. Begrüßungen. Vorträge.

Nachmittag: Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Anschließend wissenschaftliche Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Am Abend: Empfang durch den Senat der Freien Stadt Danzig.

Mittwoch, den 7. August: Getrennte Sitzungen beider Gesellschaften.

Vormittag: Jahresversammlung der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und Systematische Botanik. Anschließend Vorträge. Gleichzeitig Sitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Vorträge.

Nachmittag: Wissenschaftliche Sitzung jeder der beiden Gesellschaften.

Um 5 Uhr Fahrt nach Oliva zum Besuch des Schloßparkes und des Karlsberges, weiter Fahrt nach Zoppot, wo im Kurhause ein gemeinsames Abendessen stattfindet.

Donnerstag, den 8. August:

Vormittag: Führungen zu den Sehenswürdigkeiten der Stadt Danzig.

Nachmittag: Dampferfahrt von Danzig aus zum Hafen Neufahrwasser und darüber hinaus in die Danziger Bucht bis zum Seesteg von Zoppot. Versuche mit Dredsche und Planktonnetz.

Freitag, den 9. August:

Autofahrt in das Gebiet des Weichselmündungsdurchstiches von 1895 bei Nickelswalde, Ausblick von der Prinz Albrechts-

höhe dort, weiter Fahrt in das Dünengebiet der Frischen Nehrung bis Steegen. Gemeinsames Essen im Kurhaus Steegen. Dünenflora zwischen Steegen und Stutthof. Rückfahrt nach Danzig.

Sonnabend, den 10. August:

Fahrt mit der Bahn in den südlichen Teil des Weichsel-Nogat-Deltas, bis zur Montauer Spitze. Wanderung durch den botanisch interessanten Eichwald, zu den Schleusenanlagen bei Piekel. Wagenfahrt nach Wernersdorf. Wanderung auf das hohe Nogatufer. Fahrt nach Marienburg zum Besuch des Ordensschlosses an der Nogat.

Das endgültige Programm wird Anfang Juli erscheinen.

---

Auf der diesem Heft beigelegten Karte wird um vorläufige Anmeldung zu der Tagung gebeten, wenn möglich unter Angabe der Personenzahl, damit ein Überblick über die ungefähre Teilnehmerzahl gewonnen werden kann.

---

Anmeldungen von Vorträgen für die Tagung in Danzig sind an den Präsidenten, Herrn Professor Dr. K. LAKOWITZ, Danzig, Brabank 3, zu richten, der auch jede gewünschte Auskunft gern erteilt.

---

**Achtung!** *Das 2. Generalversammlungsheft (Schlußheft) für 1928 ist am 11. Mai ausgegeben und allen Mitgliedern zugesandt worden, die 1928 der Gesellschaft angehörten.*

---

## Sitzung vom 26. April 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Däniker**, Dr. **A. U.**, Privatdozent an der Universität in Zürich, interimistischer Leiter des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums der Universität, in **Küsnacht** bei Zürich, im Delilee (durch H. SCHINZ und B. LEISERING),

**Quintanilha**, Dr. **Aurelio**, Professor, Direktor des Botanischen Laboratoriums der Universität in **Coimbra** (durch A. TH. CZAJA und F. HERRIG),

**Uhlmann**, Frau Dr. **Elisabeth**, in **Dresden A. 19**, Frankenstr. 10 (durch O. DRUDE und F. TOBLER).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Börger**, Dr. **Hermann**, in **Potsdam**,
**Canabaeus**, Frl. Dr. **Lotte**, in **Berlin-Lichterfelde**,
**Schmitz**, Dr. **Heinz**, in **Frankfurt a. M.**,
**Schulz-Korth**, **Karl**, in **Berlin-Charlottenburg**.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß unser Mitglied Herr Geh. Oberregierungsrat Professor Dr. A. ENGLER zu seinem 85. Geburtstage von der Gesellschaft beglückwünscht worden ist und ein Dankschreiben geschickt hat.

---

Herr Geheimrat Professor Dr. H. THOMS spricht in der Sitzung persönlich, wie schon vorher durch ein an den Vorsitzenden gerichtetes Schreiben, seinen Dank aus für die ihm anläßlich seines 70. Geburtstages übermittelten Glückwünsche.

---

Herr A. ZIMMERMANN demonstriert einige Lichtbilder von Kautschukpflanzen und gibt einen Überblick über die bei der Kultur der Kautschukbäume und der Gewinnung des Kautschuks zur Anwendung kommenden Methoden. Er zeigt, wie die namentlich in Ostasien ausgeführten exakten Untersuchungen zu ganz erheblichen Ertragssteigerungen geführt haben.

---

# Mitteilungen.

## 24. A. Rimbach: Einteilung der geophilen Pflanzen.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 21. Januar 1929. Vorgetragen in der Januarsitzung.)

Mit dem Namen geophile Pflanzen bezeichnet man diejenigen meist krautigen ausdauernden Gewächse, welche ihre Erneuerungssprosse unter der Erdoberfläche anlegen. Die große Mannigfaltigkeit dieser Pflanzen in Gestaltung und Wachstumsweise macht eine weitere Einteilung derselben nötig. In der allgemeinen Botanik werden gewöhnlich Zwiebel-, Knollen- und Rhizompflanzen unterschieden. RAUNKIAER[1]) hat unter seinen für die Zwecke der Pflanzengeographie aufgestellten biologischen Typen die Land-Kryptophyten oder Geophyten in Zwiebel-, Stengelknollen-, Wurzelknollen-, Rhizom- und Wurzelsproß-Geophyten eingeteilt.

Um die Verschiedenheiten der geophilen Pflanzen gehörig zur Anschauung zu bringen, scheint es mir notwendig, erstens die Weise zu berücksichtigen, auf welche bei diesen Pflanzen die Erneuerungsknospen in die ihnen eigentümliche Tiefenlage gelangen, und zweitens, die Einteilung nach den Pflanzengliedern, in welchen die Vorratsstoffe niedergelegt werden, folgerichtig durchzuführen. Beides soll in der vorliegenden Mitteilung versucht werden.

### A. Einteilung nach der Weise, auf welche die Erneuerungsknospen ihre Tiefenlage erreichen.

Es lassen sich vier Fälle unterscheiden:

I. Die Erneuerungsknospen bleiben an dem Orte, an welchen die Keimknospe bei der Samenkeimung gelangte. Sie werden weder durch Stengelwachstum noch durch Wurzelzug erheblich verlagert. Die Vorratsstoffe sind oft in einer Knolle niedergelegt, welche bei vielen Arten großenteils aus dem erweiterten Hypokotyl zu bestehen scheint, auf dessen Spitze die Erneuerungsknospen sitzen. In diese Abteilung gehören Gefäßkryptogamen, Monokotylen und Dikotylen, wie *Isoëtes*, *Dioscorea*-

1) C. RAUNKIAER: Types Biologiques pour la Géographie Botanique, 1905.

Arten, *Corydalis cava*, *Begonia*-Arten, *Aristolochia rotunda* (Abb. 1). Der Entblößung von Erde, wie der zu hohen Bedeckung mit solcher durch Verlegung der Erneuerungsknospen entgegenzuwirken, sind diese Pflanzen, wie es scheint, nicht imstande.

II. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird ausschließlich oder vorwiegend durch Stengelwachstum erreicht. In diese Abteilung gehören viele Gefäßkryptogamen, Monokotylen und Dikotylen, und zwar besonders Arten mit langen

Abb. 1 Abb. 2

Abb. 1. *Aristolochia rotunda*. $^1/_1$. a Keimling noch in Verbindung mit dem Samen. b Zweijähriges Exemplar austreibend. — Die gestrichelte Horizontallinie bedeutet hier, wie in den folgenden Abbildungen, die Erdoberfläche.

Abb. 2. *Lygodium venustum*. $^1/_1$. a Junges Keimexemplar mit abwärts wachsendem Rhizom. b Altes Exemplar in der Normaltiefe mit wagerecht wachsendem Rhizom.

unterirdischen Sproßformen und adventiver Bewurzelung. Der die Verjüngungsknospen tragende Stengel wächst bei manchen Arten schon von der Samenkeimung ab fast wagerecht weiter (*Fritillaria lanceolata*, *Aletris farinosa*, *Costus argenteus*, *Calathea lutea*), bei anderen Arten wächst der Stengel mehr oder weniger steil, manchmal senkrecht abwärts und geht erst in einer bestimmten größeren Bodentiefe in die wagerechte Richtung über. Letzteres geschieht z. B. bei *Lygodium venustum* (Abb. 2), *Typha angustifolia*, *Dichorisandra* sp., *Tulipa silvestris*, *Colchicum autumnale*[1]), *Alstroemeria peregrina*, *Bomarea*

1) A. Rimbach: Biologische Beobachtungen an *Colchicum autumnale*. Diese Berichte 1897, Bd. XV, Tafel XII.

*chontalensis* und anderen Arten dieser Gattung, *Listera ovata*[1]), *Orchis mascula, Dentaria bulbifera*. Zugwurzeln kommen entweder gar nicht vor (*Pteridium aquilinum, Calamagrostis epigeios, Gagea lutea, Bomarea Caldasiana, Epipactis latifolia, Solanum tuberosum*) oder haben, wo sie vorkommen, auf die Lage der Erneuerungsknospen nur geringen Einfluß (*Sparganium ramosum, Triglochin palustris, Asparagus officinalis, Polygonatum multiflorum*). Manche der hierher gehörigen Arten wachsen auch in älterem Zustande aus zu oberflächlicher Lage wieder in die Tiefe und aus zu tiefer Lage wieder in die Höhe (*Clintonia Andrewsiana, Paris quadrifolius, Polygonatum multiflorum, Cephalanthera pallens, Polygonum bistorta*); andere erreichen leicht die verlorene Tiefe wieder, steigen aber aus zu großer Tiefe nur langsam aufwärts (*Colchicum autumnale, Orchis mascula, Platanthera montana*).

III. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird vorzugsweise durch Wurzelzug erreicht. In diese Abteilung gehören viele Monokotylen und Dikotylen, und zwar vornehmlich Arten mit kurzen und deshalb leicht bewegbaren unterirdischen Sproßformen. Bei einem Teile der Arten ist die Hauptwurzel (*Aquilegia vulgaris, Mandragora officinarum*), bei einem anderen Teile ist die Adventivwurzel als Zugwurzel tätig (*Zantedeschia aethiopica, Eryngium nudicaule*). Das allgemeine Wachstum des Stengels ist von der Samenkeimung ab aufwärts (*Lilium martagon*[2]), *Phaedranassa chloracea*[3]), *Plantago major*[4]), *Succisa pratensis*[5])) oder auch seitwärts gerichtet (*Arum maculatum, Lilium pardalinum, Tradescantia virginica*). Bei Adventivwurzlern kann die Richtung des Stengelwachstums in manchen Fällen dadurch verdeckt werden, daß infolge einseitigen Wurzelzuges der Stengel zeitweise mit der Spitze nach unten gekehrt wird (*Arum maculatum, Trillium ovatum, Gladiolus communis* u. a.). Der Zug der Wurzeln überwiegt bei den jungen, oberflächlich sitzenden Exemplaren das Aufwärtswachsen des Stengels und befördert die Knospe nach unten; in der Normaltiefe gleicht er das Aufwärtswachsen des Stengels nur noch aus, so daß die Knospen dann in derselben Tiefenlage verharren. Manche Arten dieser

---

1) A. RIMBACH: Das Tiefenwachstum der Rhizome (FÜNFSTÜCKs Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik), 1898, die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 8.

2) A. RIMBACH: Die kontraktilen Wurzeln und ihre Tätigkeit (FÜNFSTÜCKs Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik), 1897, Tafel I, Fig. 5.

3) l. c. Fig. 4.

4) l. c. Fig. 2.

5) A. RIMBACH: Beiträge zur Physiologie der Wurzeln. Diese Berichte, 1899, Bd XVII, Taf. II, Fig. 3

Abteilung kehren auch im erwachsenen Zustande aus zu oberflächlicher Lage durch verstärkten Wurzelzug schnell in die rechte Tiefe zurück, steigen aber aus übergroßer Tiefe nur langsam durch ihr gewöhnliches Stengelwachstum wieder in die Höhe (*Arum maculatum*, *Trillium ovatum*, *Phaedranassa chloracea*, *Nemastylis grandiflora*, *Oxalis elegans* u. a.). Andere Arten verlegen, wenn sie zu hoch mit Erde bedeckt worden sind, durch außergewöhnliche Verlängerung ihrer Stengel die Knospen schnell wieder nahe an die Erdoberfläche. Das letztere tun sowohl Hauptwurzelpflanzen (*Rumex acetosa*, *Pimpinella saxifraga*, *Asclepias tuberosa*, *Atropa belladonna*, *Phyteuma spicatum*, *Taraxacum officinale*, *Cichorium intybus*) als auch Adventivwurzelpflanzen (*Tradescantia virginica*, *Kniphofia aloides*, *Iris germanica*, *Ranunculus bulbosus*, *Oxalis articulata*[1]), *Heuchera sanguinea*, *Plantago major*, *Polemonium coeruleum*, *Scrophularia nodosa*[2])).

IV. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird durch Bildung von Wurzelsprossen unterhalb des gewöhnlichen Sprosses erreicht. Hierher gehören meistens Pfahlwurzel-Dikotylen ohne oder mit nur geringer Wurzelverkürzung (*Linum perenne*, *Verbena intermedia*, *Physalis viscosa*, *Asclepias syriaca*). Die Wurzelsprosse bilden sich auf der Hauptwurzel selbst oder auf den wagerecht laufenden Seitenwurzeln.

### B. Einteilung nach den Pflanzengliedern, welche der Nahrungsspeicherung dienen.

Als Behälter für die Speichernahrung werden von den geophilen Pflanzen gewöhnlich nicht alle Glieder gleichmäßig benutzt, sondern vorzugsweise entweder das Blatt oder der Stengel oder die Wurzel. Im ersten Falle entsteht eine Zwiebelpflanze, im zweiten Falle eine Speicherstengelpflanze, im dritten Falle eine Speicherwurzelpflanze. Zwischen diesen drei Typen gibt es Mischformen.

1. Zwiebelpflanzen. Die Vorratsstoffe sind vorwiegend in verdickten Blättern niedergelegt. Die Zwiebel kommt am häufigsten bei Monokotylen vor, so bei hunderten von Arten der Liliaceen, Amaryllidaceen, Iridaceen, bei Colchicaceen, sowie vereinzelt bei Dikotylen. Das Wachstum des Zwiebelstammes ist entweder aufwärts, wie bei *Lilium martagon* und *Leucojum vernum*, oder seitwärts, wie bei *Lilium pardalinum*, oder abwärts gerichtet, wie bei *Tulipa Gesneriana* und *Schoenocaulon officinale*. Die Versenkung der Zwiebel

---

1) A. Rimbach: Wachstumsweise von *Oxalis articulata*. Diese Berichte, 1925, Bd. XLIII, S. 506, Fig. d.

2) C. RAUNKIAER, l. c. Fig. 13

wird in den beiden ersten Fällen durch Wurzelzug bewirkt. Am reinsten ist der Zwiebel-Typus da ausgebildet, wo die Stengelmasse gegen die Speicherblätter sehr zurücktritt, und wo zugleich zeitweise keine lebenden Wurzeln vorhanden sind (*Galtonia candicans, Gagea lutea, Herbertia amoena*[1]), *Tigridia pavonia, Oxalis elegans*). Ob die Zwiebel einjährig (*Tulipa*) oder vieljährig (*Scilla*) ist, ob die Blütentriebe endständig (*Lilium*) oder seitenständig (*Narcissus*) sind, ob die Zwiebelschalen ganze Blätter darstellen (*Tulipa*) oder nur den Blattgrund (*Fritillaria*), ob sie schuppenförmig (*Oxalis*) oder scheidig umfassend sind (*Hyacinthus*), ob sie in geringer (*Allium ursinum, Gagea lutea*) oder in großer Zahl vorhanden sind (*Nothoscordon, Scilla*), wird hierbei zunächst nicht berücksichtigt.

2. Speicherstengelpflanzen. Die Vorratsstoffe liegen vorwiegend im Stengel. Arten mit Speicherstengel sind unter den geophilen Gefäßkryptogamen, den Monokotylen und Dikotylen weit verbreitet. Der Speicherstengel ist entweder kurz und dick, als „Stengelknolle" ausgebildet (*Arum maculatum, Solanum tuberosum*), oder länger und weniger dick, ein fleischiges Rhizom (*Paris quadrifolius, Anemone nemorosa*), oder auch langgestreckt und dünn (*Triticum repens, Physalis Alkekengi*). Das sind von unserem Gesichtspunkte aus nebensächliche Unterschiede. Die Stengelknolle wird also nur als Sonderfall des vorratshaltigen Stengels angesehen. Sehr vollkommen wird das Vorbild der Speicherstengelpflanze erreicht, wo oberirdische Organe und auch Wurzeln während einer gewissen Zeit ganz fehlen und die Pflanze dann der Hauptsache nach nur aus Bildungs- und Speichergewebe besteht (*Arum maculatum, Hermodactylus tuberosus, Oxalis crenata, Solanum tuberosum*). Unter den speichernden Stengeln gibt es aufwärts (*Symplocarpus foetidus, Agave sessiliflora, Gladiolus communis*), seitwärts (*Aletris farinosa, Iris germanica*) und abwärts wachsende (*Calamagrostis epigeios, Paris quadrifolius, Physalis Alkekengi*). Bei aufwärts wachsendem Stengel wird die Versenkung durch Wurzelzug bewirkt. Ob der Speicherstengel ein- oder mehrgliedrig, ob er kurz- oder langlebig ist, ob er monopodial oder sympodial wächst, bleibt zunächst außer Betracht.

3. Speicherwurzelpflanzen. Die Vorratsstoffe liegen vorwiegend in den Wurzeln. Die Zahl der mit Speicherwurzeln ausgestatteten Arten ist unter Monokotylen und Dikotylen sehr groß. Von Gefäßkryptogamen gehört hierher z. B. *Botrychium*

---

1) A. RIMBACH: Lebensweise von *Herbertia amoena*. Diese Berichte, 1923, S. 191, Fig. b, d, f.

*virginianum.* Als Speicherorgan dient die Hauptwurzel (*Portulaca pilosa, Pimpinella saxifraga, Mandragora officinarum*) oder die Adventivwurzel (*Asparagus officinalis, Ranunculus peruvianus, Chaptalia nutans*). Die Speicherwurzel zeigt verschiedene Gestalt. Bei vielen Arten ist sie zwar fleischig, aber nicht auffallend verdickt (*Tradescantia virginica, Primula elatior*), bei anderen ist sie sehr dick, sogar

Abb. 3. *Agapanthus umbellatus.* 1/1. a Keimling noch in Verbindung mit dem Samen. b Älterer Sämling im Längsschnitt. Die speichernden Zugwurzeln versenken den aufwärts wachsenden Stengel.

knollenförmig, sei es im ganzen (*Orchis mascula, Porphyrostachys pilifera*), sei es streckenweise (*Bomarea Caldasiana, Dahlia variabilis*). Die Wurzelknolle stellt demnach nur einen Sonderfall der Speicherwurzel dar. Bei Berücksichtigung der Speicherwurzel können Formen wie *Asparagus officinalis* oder *Listera ovata* nicht mit *Polygonatum multiflorum* oder *Anemone nemorosa* zu einer Gruppe vereinigt werden, wie das geschieht, wenn man lediglich ins Auge faßt, daß die einen wie die anderen ein wagerechtes Rhizom besitzen. Der große Unterschied in der Einrichtung zwischen solchen Formen zeigt sich auch darin, daß man wohl z. B. ein *Polygonatum*-

Rhizom ohne Wurzeln mit Erfolg verpflanzen kann, nicht aber ein Rhizom von *Asparagus*, von welchem man die Wurzeln entfernt hat. Es enthalten auch beispielsweise die Wurzeln von *Asparagus officinalis*, *Aconitum napellus*, *Cynanchum vincetoxium* verhältnismäßig ungefähr ebensoviel Vorratsstoffe wie die Zwiebelschuppen von *Lilium martagon* oder *Oxalis tetraphylla* und die Rhizome von *Polygonatum multiflorum*, *Paris quadrifolius* oder *Anemone nemorosa*. Sehr rein zeigt sich der Typus der Speicherwurzelpflanze da, wo die Stengelmasse gegenüber der Masse der Wurzel

Abb. 4. *Podophyllum Emodi.* $^1/_1$. a Keimling. b Sämling in der ersten Winterruhe. Die speichernden Zugwurzeln haben die Knospe unter die Erde versenkt.

sehr klein ist, und wo zugleich zeitweise Blätter und sonstige oberirdische Organe fehlen (*Chloraea membranacea*[1]), *Dahlia variabilis*, *Bryonia dioica*). Der Stengel wächst bei den Arten mit speichernder Hauptwurzel aufwärts (*Asclepias tuberosa*, *Gentiana cruciata*); aber unter den hierher gehörigen Adventivwurzelpflanzen gibt es Arten mit aufwärtswachsendem (*Altensteinia virescens*, *Succisa pratensis*) und andere mit abwärts wachsendem Stengel (*Asparagus officinalis*, *Listera ovata*). Bei aufwärts wachsendem Stengel besorgt der Wurzelzug allein die Versenkung der Pflanze (Abb. 3 und 4). In diesem Falle sind die Zugwurzeln zugleich Speicherorgane.

1) A. RIMBACH: Lebensweise von *Chloraea membranacea*. Diese Berichte, 1922, Bd. XL, S. 322, mit Abbildung.

C. **Ein kurzer Entwurf der Einteilung der geophilen Pflanzen** von den im vorhergehenden besprochenen Gesichtspunkten aus kann sich folgendermaßen gestalten:

I. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird durch Vorgänge bei der Samenkeimung erreicht: *Ophioglossum, Isoëtes, Dioscorea piperifolia* und andere Arten der Gattung, *Eranthis hiemalis*[1]), *Cardamine rhomboidea, Corydalis cava, Begonia Baumannii* und andere Arten dieser Gattung, *Aristolochia rotunda, Cyclamen europaeum.*

II. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird durch Stengelwachstum erreicht:

1. Zwiebelpflanzen: *Tulipa Gesneriana, T. silvestris, Erythronium albidum, Gagea lutea, Lloydia serotina, Schoenocaulon officinale, Tydaea Lindeniana*[2]), *Epilobium palustre.*

2. Speicherstengelpflanzen: *Equisetum, Pteridium aquilinum, Pteris coriacea, Lygodium venustum, Calamagrostis epigeios, Triticum repens, Phragmites communis, Arundo donax, Carex arenaria, Cyperus esculentus, Scirpus*-Arten, *Juncus*-Arten, *Typha angustifolia, Colchicum autumnale, Merendera sobolifera, Paris quadrifolius, Medeola virginiana, Majanthemum bifolium, Convallaria majalis, Polygonatum multiflorum, Aletris farinosa, Iris germanica, Heliconia latispatha, Costus argenteus, Maranta arundinacea, Polygonum bistorta, Ullucus tuberosus, Anemone nemorosa, Dentaria bulbifera, D. laciniata, Adoxa moschatellina, Circaea lutetiana, Potentilla canadensis, Tropaeolum tuberosum, Oxalis crenata, Asperula odorata, Trientalis europaea, Lysimachia vulgaris, Convolvulus sepium, Salpichroa rhomboidea, Jaborosa runcinata, Solanum tuberosum, Physalis Alkekengi, Sinningia tubiflora, Krigia virginica, Helianthus tuberosus.*

3. Speicherwurzelpflanzen: *Dichorisandra*-Arten, *Asparagus officinalis, A. verticillatus, Uvularia perfoliata, Prosartes Hookeri, Alstroemeria chilensis, Bomarea Caldasiana, B. chontalensis, Orchis mascula, O. militaris, Ophrys muscifera, Platanthera montana, Listera ovata, Epipactis latifolia, Cephalanthera pallens.*

III. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird durch Wurzelzug erreicht.

1. Zwiebelpflanzen: *Lilium martagon, Fritillaria Meleagris, Scilla bifolia, Galtonia candicans, Calochortus umbellatus, Triteleia uniflora, Nothoscordon euosmum, Allium schoenoprasum, A. ursinum, Zygadenus*

1) C. RAUNKIAER, l. c. Fig. 25.
2) C. RAUNKIAER, l. c. Fig. 35.

*glaberrimus*, *Leucojum vernum*, *Zephyranthes atamasco*, *Amaryllis belladonna*, *Chlidanthus fragrans*, *Phaedranassa chloracea*, *Iris xiphium*, *Tigridia pavonia*, *Herbertia amoena*, *Nemastylis grandiflora*; *Oxalis tetraphylla*, *O. elegans*, *O. Sellowiana*.

2. Speicherstengelpflanzen: *Arisaema dracontium*[1]), *Arum maculatum*[2]), *Zantedeschia aethiopica*[3]), *Symplocarpus foetidus*, *Trillium ovatum*, *Polyanthes tuberosa*, *Hypoxis decumbens*, *Agave sessiliflora*, *Hermodactylus tuberosus*, *Crocus Imperati*, *Ixia viridiflora*, *Freesia refracta*, *Gladiolus communis*; *Ranunculus bulbosus*, *Oxalis articulata*, *Heuchera sanguinea*, *Polemonium coeruleum*, *Plantago major*, *Dodecatheon Hendersoni*.

3. Speicherwurzelpflanzen:

a) Hauptwurzelpflanzen: *Urtica cannabina*, *Rumex crispus*, *Gomphrena rosca*, *Portulaca pilosa*, *Aquilegia vulgaris*, *Oenothera missouriensis*, *Potentilla argentea*, *Pimpinella saxifraga*, *Cajophora contorta*, *Bryonia dioica*, *Asclepias tuberosa*, *Mandragora officinarum*, *Atropa belladonna*, *Gentiana cruciata*, *Ipomoea platensis*, *Campanula trachelium*, *Symphytum officinale*, *Salvia pratensis*, *Cichorium intybus*, *Taraxacum officinale*.

b) Adventivwurzelpflanzen: *Tradescantia virginica*, *Commelina communis*, *Anthericum ramosum*, *Agapanthus umbellatus*, *Scoliopus Bigelovii*[4]), *Eremurus caucasicus*, *Sisyrhinchium Jamesoni*, *Chloraea membranacea*, *Stenorhynchus squamulosus*, *Altensteinia virescens*; *Ranunculus peruvianus*, *Aconitum napellus*, *Clematis recta*, *Podophyllum Emodi*, *Geum urbanum*, *Eryngium nudicaule*, *Primula elatior*, *Asclepias campestris*, *Cynanchum vincetoxicum*, *Ruellia Tweedeana*, *Acanthus mollis*, *Stachys lanata*, *Valeriana officinalis*, *Succisa pratensis*, *Dahlia variabilis*, *Chaptalia nutans*.

IV. Die Tiefenlage der Erneuerungsknospen wird durch Wurzelsproßbildung erreicht: *Gomphrena tuberosa*, *Linum perenne*, *Euphorbia cyparissias*, *E. chilensis*, *Asclepias syriaca*, *Convolvulus arvensis*, *Linaria vulgaris*.

---

1) A. RIMBACH: Physiological observations on some perennial herbs. Botanical Gazette, Chicago, 1900, S 171, Tafel XIII, Fig 1 bis 6.

2) A. RIMBACH: Über die Lebensweise von *Arum maculatum*. Diese Berichte, 1897, Bd. XV, S. 178, Tafel V.

3) A. RIMBACH: Wachstumsweise der *Calla* (*Zantedeschia aethiopica*). Angewandte Botanik, 1928, Bd. X, S. 148, mit Abbildung.

4) A. RIMBACH: Physiological observations on the subterranean organs of some Californian Liliaceae. Botanical Gazette, 1902, Tafel XIV, Fig. 1 u. 2.

## 25. Alexander Buchheim: Infektionsversuche mit Erysiphe polygoni auf Caragana arborescens Lam.

(Aus dem Botanischen Laboratorium d. Landw. Akademie in Moskau.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 1. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

---

Durch meine Infektionsversuche aus dem Jahre 1927[1]) wurde festgestellt, daß *Erysiphe polygoni* auf *Caragana arborescens* nicht allein diese Pflanze, sondern auch *Robinia pseudacacia* zu infizieren vermag. Im Sommer 1928 führte ich weitere Infektionsversuche mit *Erysiphe polygoni* auf *Caragana arborescens* aus.

Am 31. VII. wurden folgende Pflanzen mit Konidien des *Caragana*-Mehltaus[2]) infiziert:

+ 1. *Caragana arborescens* Lam.
+ 2. „ *brevispina* Benth.
3. „ *pygmaea* D. C. var. *Pallasiana* Kom.
+ 4. „ *frutex* Koch.
+ 5. „ *aurantiaca* Koch.
+ 6. „ *Boissi* C. K. Schn.
+ 7. „ *cuneifolia* Dipp.
+ 8. „ *microphylla* Lam.
+ 9. „ *decorticans* Hemsl.
+ 10. „ *spinosa* Db.
11. *Amorpha fruticosa* L.
12. „ *canescens* Kitt.
13. *Colutea brevialata* Lange.
14. „ *media* W.
15. „ *orientalis* Lam.
16. „ *persica* Boiss.
17. „ *cruenta* Ait.
18. *Halimodendron argenteum* Fisch.
+ 19. *Robinia pseudacacia* L.
20. *Astragalus glyciphyllus* L.
21. „ *campylorhynchus* F. et M.

---

1) Diese Berichte Bd. XLVI, Heft 3.
2) Konidien aus Podolsk am 30. VII. gesammelt.

Mit + sind Pflanzen bezeichnet, die in unseren Versuchen von *E. polygoni* befallen wurden. Die Infektion geschah auf übliche Weise durch Auflegen von mit Konidien bedeckten Blattstückchen auf die zu infizierenden Pflanzen. Die Versuchspflanzen wurden sodann für 4 Tage unter Glasglocken stehen gelassen. Um bessere und sicherere Resultate zu erhalten, habe ich die gleiche Versuchsreihe zu wiederholten Malen am 4. VIII. und 8. VIII. mit Konidien infiziert.

Am 9. VIII. waren die Pflanzen Nr. 1, 2, 6, 7, 8, 19 deutlich von Mehltau befallen. Am 24. IX. konnte ich Perithezien an folgenden Pflanzen konstatieren: Nr. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 19, und am 3. X. fand ich Perithezien an einer schon vertrockneten Pflanze Nr. 9. Die Pflanze Nr. 3 *Caragana pygmaea* ging während des Versuches ein, und das negative Ergebnis der Infektion muß daher mit großer Vorsicht beurteilt werden. Jedenfalls kann man nicht auf Grund dieses Ergebnisses von einer Immunität der *Caragana pygmaea* gegenüber *Erysiphe polygoni* auf *Caragana arborescens* sprechen.

Am 14. VIII. wurde noch eine zweite Versuchsreihe eingeleitet; in dieser Reihe waren folgende Arten vertreten: *Amorpha-* und *Colutea*-Arten, *Halimodendron argenteum*, *Robinia pseudacacia*, *Caragana frutex* und *C. spinosa*. Am 24. IX. konnten Perithezien an *Caragana spinosa* und *Robinia pseudacacia* festgestellt werden. Die übrigen Pflanzen wurden nicht befallen.

Die Infektion der *Caragana*-Arten war in beiden Versuchsreihen überaus reichlich, ebenso wurden auch zahlreiche Perithezien auf *Robinia pseudacacia* gebildet (auf 3 Pflanzen aus 5), wie das aus Abb. 1 zu ersehen ist. Doch war die Entwicklung des Mehltaus auf verschiedenen Pflanzen eine verschiedene: auf *Caragana arborescens, brevispina, Boissi, cuneifolia, microphylla* war das konidielle Stadium sehr stark vertreten (auch auf *Robinia pseudacacia* trat eine ziemlich gut ausgeprägte Konidienbildung ein), während auf *Caragana frutex, aurantiaca* und *spinosa* keine Konidien gebildet wurden und erst später Perithezien auftraten. In einigen Fällen entwickelten sich die Perithezien am Stamm (*C. aurantiaca*).

Vielleicht könnte das verschiedene Verhalten des Mehltaus auf den *Caragana*-Arten in einen Zusammenhang mit den Verwandtschaftsbeziehungen der *Caragana*-Arten untereinander gebracht werden? Jedenfalls stehen *C. arborescens, microphylla, cuneifolia, Boissi* verwandtschaftlich näher zueinander als zu den Arten *C. frutex, aurantiaca* und *spinosa*.

Es war von Interesse zu prüfen, inwieweit die Perithezien auf verschiedenen *Caragana*-Arten und auf *Robinia pseudacacia* nach

Abb. 1. Perithezien von *E. polygoni* auf *R. pseudacacia* nach künstlicher Infektion mit Konidien des Mehltaus auf *C. arborescens* (Vergr. 3,5).

ihrer Größe variieren. Zu diesem Zwecke haben wir eine Messung der Peritheziendurchmesser unternommen. Aus folgender Tabelle sind die Resultate dieser Messungen zu ersehen.

Tabelle 1[1]).

| Wirte | n | M $\mu$ | Mm $\mu$ | $\sigma$ $\mu$ | Typische Werte $\mu$ | $v$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Robinia pseudacacia* . . . | 100 | 98 | ± 0,29 | 2,9 | 95—101 | 3 |
| | 100 | 100 | ± 1,15 | 11,5 | 88—111 | 11,5 |
| *Caragana arborescens* . . | 100 | 104 | ± 1,05 | 10,5 | 94—115 | 10,1 |
| | 100 | 103 | ± 0,98 | 9,8 | 93—113 | 9,5 |
| *Caragana cuneifolia* . . . | 100 | 100 | ± 0,28 | 2,8 | 97—103 | 2,8 |
| | 100 | 103 | ± 0,96 | 9,6 | 93—113 | 9,4 |
| *Caragana Boissi* . . . | 100 | 102 | ± 0,95 | 9,5 | 93—112 | 9,3 |
| | 100 | 105 | ± 1,24 | 12,4 | 93—118 | 11,8 |
| *Caragana brevispina* . . | 100 | 102 | ± 0,9 | 9,9 | 92—112 | 9,8 |
| | 100 | 104 | ± 0,84 | 8,4 | 95—112 | 8,15 |
| *Caragana spinosa* . . . | 100 | 101 | ± 1,01 | 10,1 | 91—111 | 10,05 |
| *Caragana aurantiaca* . . | 60 | 109 | ± 0,14 | 1,4 | 107—110 | 1,03 |

Aus unseren Versuchen geht also hervor, daß *Erysiphe polygoni* auf *Caragana arborescens* ziemlich eng spezialisiert ist und außer der Gattung *Caragana* nur noch *Robinia pseudacacia* zu infizieren vermag. Es gelang uns nicht, *Amorpha fruticosa* zu infizieren, obwohl ŠKORIĆ[2]) diese Pflanze durch Konidien von *Robinia pseudacacia* erfolgreich zu infizieren vermochte. Ob wir es hier mit einer verschiedenen Virulenz des Pilzes auf *Robinia* und *Caragana* zu tun haben, oder ob die Spezialisierung des Pilzes auf *Robinia* eine andere ist, muß zunächst dahingestellt bleiben.

Auf *Astragalus*- und *Colutea*-Arten kommen, nach JACZEWSKI[3]), verschiedene *Trichocladia*-Arten vor. Unsere Versuche zeigen, daß *E. polygoni* weder auf *Astragalus* noch auf *Colutea* zu übertragen ist, und daß auf diesen beiden Arten eine von *E. polygoni* auf *Caragana arborescens* abweichende Mehltauform auftritt.

1) In der Tabelle 1 bedeutet: n = Zahl der Messungen, M = Mittelwert, Mm = mittlerer Fehler des Mittelwertes, $\sigma$ = Standortabweichung, $v$ = Variationskoeffizient.

2) Dr. VLADIMIR ŠKORIĆ: Erysiphaceae Croatiae. Annales pro Experimentis Foresticis 1. Zagreb 1926.

3) JACZEWSKI, A.: Taschenbestimmungsbuch f. Pilze. Lief. II. Mehltaupilze. Leningrad 1927, p. 1—626 (russisch).

## 26. Alfred Heilbronn: Über Blausäureentwicklung durch Farne.

(Eingegangen am 4. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Eines karyologischen Versuchs wegen war eine Gewächshauspflanze von *Polypodium aureum* (forma *tetraploidea*) bei einer Temperatur von minus 17 ° fünf Minuten lang im Freien exponiert worden. Die Versuchspflanze, ins warme Zimmer zurückgebracht, begann nach etwa 10 Minuten einen derart betäubenden Geruch zu entwickeln, daß derselbe auf eine Entfernung von 5 m deutlich wahrnehmbar war und nach einer weiteren halben Stunde den Aufenthalt in dem 90 cbm großen Raum fast unerträglich machte. Eine Kontrollpflanze, direkt aus dem Gewächshaus ins Zimmer gebracht, ohne Kälteexposition, entwickelte keine Geruchsstoffe. Der Geruch ließ Blausäure vermuten und verursachte, länger eingeatmet, heftige Kopfschmerzen.

Daß in der Tat von dem erfrorenen Farn Blausäure entwickelt wurde, konnte auf doppelte Weise bestätigt werden:

1. Eine Fieder des erfrorenen Farns wurde, mit einem Stück Filtrierpapier, das mit Natriumpikrat getränkt war, bedeckt, zwischen zwei Glasplatten bei einer Temperatur von 30 ° Celsius ausgelegt. Ergebnis: deutliche rote Abzeichnung des ganzen Blattes nach einer halben Stunde.

2. Die Berliner-Blau-Reaktion nach TREUB ergab Blaufärbung des gesamten zur Reaktion benutzten Blattstückchens.

An der Tatsache der Blausäureentwicklung war demnach nicht zu zweifeln. Es erhob sich die Frage nach der Bedeutung des Phänomens. Zwei Erklärungen schienen denkbar:

1. Es konnte, etwa wie im Kirschlorbeer, ein Nitrilglykosid in den Farnblättern vorhanden gewesen sein neben einem räumlich davon getrennten emulsinartigen Ferment, oder

2. es konnte ein Zwischenprodukt des auf- oder abbauenden Stickstoff-Stoffwechsels durch die plötzliche Unterbindung des natürlichen Reaktionsverlaufs isoliert worden sein.

Offenbar mußte sich eine Entscheidung durch den Nachweis des Vorhandenseins oder des Fehlens Blausäure liefernder Substanzen in dem nicht kälteexponierten Farnwedel herbeiführen lassen. Deshalb Wiederholung der beiden oben beschriebenen Reaktionen,

und zwar in der Art, daß von einem frischen Gewächshaus-Exemplar ein Farnwedel längs geteilt wurde, dessen eine Hälfte nun bei minus 16° fünf Minuten der Kälte exponiert, dessen andere als Kontrolle bei Zimmertemperatur aufbewahrt, nunmehr genau korrespondierende Blattstücke für die Vergleichsreaktionen lieferten. Ergebnis: die kälteexponierten Blattstücke verhielten sich wie oben; über dem nicht kälteexponierten Blattstückchen keine Rotfärbung des Pikratpapiers, jedoch eine scharfe rote Linie über den Schnitträndern des Blattfragments. Hieraus ergibt sich, daß auch das intakte Blatt an den Stellen, wo sich verletzte Zellen befinden (an den Wundrändern!), Blausäure entwickelt.

Die Berliner-Blau-Reaktion verläuft auch bei dem nicht exponierten Blatt positiv, wenngleich deutlich schwächer als bei dem Kälteblatt, die Schnittränder fallen auch hier durch dunklere Begrenzung auf. Diese Beobachtung veranlaßte einen Kontrollversuch mit je einem abgetöteten und normalen Blattstück, denen beiden durch Schlagen mit einer Bürste viele kleine Verletzungen (nach TREUB) beigebracht worden waren. Ergebnis: die Reaktion des unexponierten Blattes wird ebenso stark wie die des exponierten.

Die oben gestellte Alternative ist also im ersten Sinn zu beantworten: die Blätter von *Polypodium aureum* enthalten vielleicht neben geringen Mengen freier Blausäure nicht unerhebliche Mengen eines Nitrilglykosids, daneben, protoplasmatisch isoliert, ein emulsinähnliches Ferment. Wie nach mechanischer Verletzung bei Berührung von Ferment und Glykosid Blausäure entwickelt wird, so hebt in unserm Fall die Kälte die semipermeablen Eigenschaften der trennenden Plasmahüllen auf: Glykosid und Ferment finden den Weg zueinander frei und treten in Reaktion.

Es lag nahe, die Frage aufzuwerfen, ob diese Aufhebung der Trennung von Glykosid und Ferment als spezifische Kältewirkung bzw. Wirkung des Wiederauftauens anzusehen oder allgemeiner, ob der durch die Temperaturerniedrigung herbeigeführte Plasmatod für diesen Vorgang verantwortlich zu machen sei. Da in *Prunus laurocerasus* eine amygdalinhaltige Pflanze zur Verfügung steht, welche die Temperatur von minus 17° im Freien ohne abzusterben aushält, so läßt sich über diese Frage eine Entscheidung herbeiführen. Es wurden also Zweige von *Prunus laurocerasus*, welche die ganze Frostperiode dieses Winters mitgemacht hatten, bei einer Temperatur von minus 16° abgeschnitten und ins Zimmer gebracht. Eine Blausäureentwicklung trat nicht ein. Da es denkbar war, daß bei den tiefen Wintertemperaturen die sonst vorhandenen

Glykoside im dissimilatorischen Stoffwechsel verbraucht gewesen wären, so wurde jeweils ein Blatt durch Zerreiben oder Eintauchen in kochendes Wasser abgetötet. Ergebnis in beiden Fällen lebhafte Blausäureentwicklung. Das Protoplasma von *Prunus laurocerasus* bekommt also durch die Kälte keine Permeabilität für Glykosid oder Ferment, und die andersartige Reaktionsweise von *Polypodium aureum* erklärt sich als einfache Folge der Abtötung.

Es ist von Interesse, daß Abtötung durch Eintauchen des Blattes in siedendes Wasser bei *Polypodium* nicht den gleichen Erfolg hat wie bei *Prunus*. Die Blausäureentwicklung ist bei dem Farn nach dieser Behandlung minimal und wird auch durch daraufolgendes Zerreiben des Wedels nicht mehr wesentlich gefördert. Entweder ist das Ferment von *Polypodium* weniger hitzebeständig als das von *Prunus*, oder die sehr zarten Jugendblätter des Farns werden schon durch das kurze Eintauchen ausgelaugt. Sehr wahrscheinlich ist die letztere Annahme jedoch nicht.

Eine quantitative Bestimmung der Blausäure oder des Glykosids war nicht beabsichtigt; doch gelang es auf andere Weise, auf Grund einer „biologischen Reaktion", eine Vorstellung von den zu Beginn der Spaltung frei werdenden Blausäure-Quanten zu gewinnen. Je ein eben erfrorener Wedel von *Polypodium* und ein Blatt von *Prunus laurocerasus* wurden in der Reibschale zerrieben, und von jedem der so erhaltenen Gewebebreie wurden je 0,2 g in Glaszylinder verschiedenen Inhalts eingebracht, die zuvor mit je 15 bis 20 lebenden Taufliegen, Drosophila melanogaster, beschickt worden waren. Schon nach 1 Minute begann in den kleinsten Gefäßen die Lähmung der Tiere und führte, je nach der Größe des ihnen zur Verfügung stehenden Luftraumes, rascher oder langsamer zum Tode. Über die Geschwindigkeit des Absterbens unterrichtet nebenstehende Tabelle.

Bei dem Vergleich der beiden Objekte ist zu bedenken, daß *Polypodium aureum* vor dem Versuch fünf Minuten kälteexponiert war, während die Abtötung von *Prunus laurocerasus* erst im Augenblicke des Zerreibens begann. Man erkennt, daß in beiden Fällen in 10 Minuten in den Lufträumen bis 30 ccm die letale Dosis erreicht ist, daß aber dann die Blausäure-Entwicklung aus *Prunus* mit fast explosiver Schnelligkeit fortschreitet, während die Reaktion bei *Polypodium aureum* viel langsamer verläuft. Die Folge davon ist, daß bei diesem letzteren erst in 40 Minuten die Tötung aller Tiere in dem Halblitergefäß erreicht wird, während bei *Prunus* dieser Effekt in weniger als 20 Minuten erzielt ist.

*Polypodium aureum*

| Zeit | Inhalt der Gefäße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 ccm | 20 ccm | 30 ccm | 200 ccm | 500 ccm |
| 11 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | + | + | 5 | 0 | 0 |
| 20 | + | + | 8 | 2 | 0 |
| 25 | + | + | + | 7 | 1 |
| 30 | + | + | + | + | 1 |
| 35 | + | + | + | + | 2 |
| 40 | + | + | + | + | 4 |
| 45 | + | + | + | + | 8 |
| 50 | + | + | + | + | 15 |
| 55 | + | + | + | + | + |

$p_H$ des Gewebebreis 6,8.

*Prunus laurocerasus*

| Zeit | Inhalt der Gefäße | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 10 ccm | 20 ccm | 30 ccm | 200 ccm | 500 ccm |
| 12.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 8 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 18 | + | 12 | 6 | 0 | 0 |
| 20 | + | + | 14 | 9 | 0 |
| 25 | + | + | + | + | 2 |
| 30 | + | + | + | + | 10 |
| 34 | + | + | + | + | + |

$p_H$ des Gewebebreis 6,5.

Die Ziffern bedeuten Zahl der getöteten Tiere; + bedeutet alle Tiere tot.

Nach einer Angabe von BRUNSWIK (1) ist der Blausäuregehalt einjähriger überwinterter Blätter von *Prunus laurocerasus* 0,126 %, eine Angabe, die mit älteren Analysen gut übereinstimmt. Wenn ich auf Grund der Beobachtung, daß gleiche Gewichtsmengen Blattsubstanz von *Polypodium* in dem größten Rezipienten einer doppelt so langen Zeitspanne zur Abtötung sämtlicher Taufliegen bedürfen als von *Prunus*, den Blausäuregehalt des Farnwedels demnach auf 0,06 % schätze, so bleibe ich mir der Angreifbarkeit einer solchen Schätzung, vor allem wegen der ungleichen Spaltungsgeschwindigkeit, bewußt. Daß aber die in 20 Minuten entwickelten Blausäuremengen bei *Polypodium* halb so groß sind als bei *Prunus*, dürfte ein gesichertes Ergebnis sein.

Über das Vorkommen von Blausäure bei Farnen findet sich eine Angabe bei GRESHOFF (2), welcher bei *Pteris aquilina*, *Cystopteris* und *Davallia* von einem Vorkommen berichtet, und eine neuere von ROSENTHALER (3), der jedoch bei dem einzigen von ihm untersuchten Farn, *Athyrium Filix femina*, nur minimale, nicht ganz sicher nachzuweisende Spuren von Blausäure angibt.

## Literatur.

1. BRUNSWIK, H. Die mikroquantitative Bestimmung von Blausäure, pflanzlichen Blausäureverbindungen und Emulsin. Österr. Bot. Ztschrft. 72, 1923.
2. GRESHOFF (zitiert nach CZAPEK, Biochemie der Pflanzen, Bd. 3, 1921). Pharm. Weekbl. 24, 1908, und Kew Bulletin 1909.
3. ROSENTHALER, L. Zur Prüfung der TREUBschen Hypothese. Bioch. Ztschr. 134, 1923.

## 27. L. A. Iwanoff: Über ein neues Atmometer für die Pflanzenökologie.

(Mit einer Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 4. März 1929. Vorgetragen in der März-Sitzung.)

Bei der Untersuchung der Verdunstung ist es nötig, in einigen Fällen die absolute Verdunstungsgröße der Fläche von Wasserbehältern, Böden, Vegetationsdecke zu bestimmen, was mit gewisser Annäherung mit Hilfe der schwimmenden Verdunstungsapparate vom Typus LERMONTOFF-LJUBOSLAWSKY oder vom Typus RYKATSCHOFF erzielt wird; in anderen Fällen aber ist es nötig, nur die Verdunstungsbedingungen zu charakterisieren, wozu es genügt, die konditionelle Größe zu bestimmen, die als Verdunstungskraft oder Austrocknungsgröße bezeichnet wird. Besäßen wir eine Formel, welche die Abhängigkeit der Verdunstung von allen äußeren sie beeinflussenden Faktoren richtig ausdrückt, so würde die Austrocknungsgröße mit Leichtigkeit nach dieser Formel durch Einsetzung der entsprechenden Größen der meteorologischen Elemente zu erzielen sein. Aber trotz der zahlreichen Vorschläge (von STELLING, TRABERT, SZYMKIEWICZ, KNOCHE) gibt es bisher keine allgemein anerkannte Formel. Außerdem erfordert die Anwendung der vorgeschlagenen Formeln die Bestimmung von wenigstens drei Größen: der Temperatur der ausdunstenden Fläche, der Feuchtigkeit der Luft und der Geschwindigkeit des Windes. Beim Studium der Verdunstungsbedingungen verschiedener Assoziationen ist es sehr oft zu schwierig, systematische Beobachtungen dieser drei Größen durchzuführen. Daher erscheinen als bequemstes Mittel zur Ermittelung der Verdunstungskraft diejenigen Verdunstungsapparate (Evaporimeter, Atmometer), welche direkt die summare Wirkung der physikalischen, die Verdunstung beeinflussenden Faktoren für einen beliebigen Zeitraum bestimmen lassen.

Je nach der Konstruktion des Verdunstungsapparates und dessen Aufstellung wirken die äußeren Faktoren in verschiedener Weise, und daher taucht die Frage auf, welche Konstruktion ist am zweckmäßigsten. Uns scheint es, daß auf diese Frage keine eindeutige Antwort zu geben sei. Was für den Hydrologen brauchbar, ist für den Agronomen und Botaniker wenig tauglich. So sind für den letzteren wenig brauchbar die Verdunstungsapparate mit freier Wasserfläche von WILD oder das poröse

Atmometer von LIVINGSTON, da die rein physikalischen Verdunstungsbedingungen in denselben wesentlich von denjenigen sich unterscheiden, die in der Pflanze vorhanden sind. In der Pflanze vom gewöhnlichen Typus findet die Verdunstung in den Zwischenzellräumen innerhalb der dünnen Blattfläche an der Oberfläche der kolloidalen Zellmembranen statt, wobei die gebildeten Dämpfe nach außen durch die kleinen, hauptsächlich auf der unteren Fläche des Blattes gelegenen Spaltöffnungen diffundieren. Der Versuch zeigt, daß die Einwirkung des Windes auf die Verdunstung durch kleine Öffnungen im Gefäße mit Wasser oder im Blatte, falls dieselbe bei letzterem durch das Spiel der Spaltöffnungen oder durch mechanische Deformation nicht kompliziert wird, viel geringer ist (KNIGHT 1917) als auf die Verdunstung der freien Wasserfläche und ganz anderen Gesetzen untergeordnet ist (SIERP und NOACK).

Außerdem wirkt auf die Verdunstung des Blattes sehr stark das Licht ein, welches von demselben in hohem Maße absorbiert wird, und, indem es dasselbe erwärmt, die Dampftension in den Zwischenzellräumen erhöht. Es ist klar, daß sich für die Pflanzenökologie ein solches Atmometer am vorteilhaftesten erweist, in dem die Verdunstung nur unter den eben erwähnten Bedingungen stattfindet. Daher muß ein solches Atmometer folgende Eigenschaften besitzen: 1. muß es wie das Blatt eine geringe Wärmeträgheit und zu allererst eine geringe Masse bei verhältnismäßig großer Fläche im Gegensatz zu den massiven porösen Atmometern besitzen; 2. muß es ähnlich den Blättern stark auf die Sonnenradiation reagieren und folglich mehr oder weniger vollständig dieselbe absorbieren; 3. darf die Diffusion der Wasserdämpfe nicht von einer offenen Wasserfläche oder benetzten Papierfläche ausgehen, sondern muß ebenso wie im Blatte durch kleine Öffnungen verlaufen, die hauptsächlich an der unteren Seite gelegen sein müssen.

Außer diesen theoretischen Anforderungen muß ein solches Atmometer für ökologische Arbeiten noch folgenden zwei praktischen Anforderungen genügen: 1. muß es portativ und bequem für Arbeiten weit vom Laboratorium und unter beliebigen natürlichen Verhältnissen sein, zwecks Untersuchung des für die Pflanzen so wichtigen Mikroklimas; 2. darf es während der Arbeit seine Eigenschaften nicht ändern, besonders muß der Wasserzufluß stets in gleichem Maße gesichert sein.

Von den verschiedenen Systemen der Verdunstungsapparate genügt diesen Anforderungen am meisten das Atmometer von

PICHE, welches schon längst und des öfteren den Botanikern zur Messung der Verdunstung gedient hat. Aber die Verdunstungsbedingungen in demselben unterscheiden sich von denjenigen in der Pflanze in zwei wesentlichen Beziehungen: 1. reflektiert das weiße Papier, welches als Verdunstungsfläche des Apparates dient, einen bedeutenden Teil der Sonnenradiation, weswegen die letztere die Verdunstung in demselben wenig beeinflußt; 2. findet die Verdunstung unmittelbar von der oberen und unteren Fläche des Papieres bei freier Diffusion des Dampfes statt, während sie im Blatte hauptsächlich von der unteren Fläche durch kleine Öffnungen verläuft.

Als konstruktive Mängel des Atmometers von PICHE erscheinen: 1. die Benetzung des Papiers, besonders bei Wind, hält nicht gleichen Schritt mit der Verdunstung, und die Ränder der Scheibe fangen an zu trocknen („incipient drying“), wodurch der Apparat nicht immer die Beständigkeit seiner physikalischen Eigenschaften behält und die Größe seiner Verdunstungsfläche sich in beliebigem Maße willkürlich ändern kann; 2. unter der mechanischen Einwirkung des Windes und der Regentropfen kann sich das Papier verbiegen und an den Rändern reißen; 3. das unmittelbare Erwärmen des Rohres durch die Sonnenstrahlen kann bei plötzlicher Beleuchtung das Luftvolumen in demselben plötzlich ausdehnen und dadurch überflüssige Mengen Wasser hinausdrücken und zu hohe Werte geben. Bei schnellem Abkühlen des Rohres werden überflüssige Luftbläschen hineingezogen, die den Wasserstand senken und daher ebenso zu hohe Werte bei den Ablesungen liefern. Daher kann bei veränderlicher Beleuchtung an veränderlich bewölkten Tagen an offener Stelle, wo das Atmometer bald erwärmt, bald abgekühlt wird, ein Fehler im Sinne der Erhöhung der Werte entstehen.

Zur Beseitigung dieser Mängel war von mir ein neuer Atmometer-Typus konstruiert worden, welcher, wie mir scheint, die Verdunstungsbedingungen der Pflanze besser als irgend einer der existierenden charakterisiert und daher Phytoatmometer genannt werden kann.

Der Apparat (s. Abb.) besteht aus einer Messingscheibe (1) von 7 cm Durchmesser und von 0,3—0,4 mm Dicke; von oben und unten ist sie geschwärzt (oxydiert). Ihr Rand ist 3 mm nach unten umgebogen, wobei an drei von einander gleich entfernten Stellen Schlitze wie beim Bajonettverschluß (8) eingeschnitten sind. In der Mitte der Scheibe ist eine runde Öffnung (2) von 3 mm Durchmesser ausgeschnitten.

Auf die untere Fläche der Scheibe wird eine mit Wasser benetzte Scheibe von Filtrierpapier von 6 cm Durchmesser und 0,3 mm Dicke aufgesetzt. Bei dünnerem Papier müssen 2—3 Schichten aufgesetzt werden, da der Versuch gezeigt hat, daß eine Papierschicht von 0,13 mm im Atmometer eine wahrnehmbare Verminderung der Verdunstungsgröße ergibt. Diese Scheibe wird gegenüber der mittleren Öffnung der Messingscheibe mit einer Nadel durchstochen. Beim Aufsetzen des Papiers ist es von Wichtigkeit, etwaige Bläschen unter demselben zu vermeiden.

Die Öffnung in der Messingscheibe (folglich auch im Papier) führt zu einer oben an dieselbe (am besten mit Silber) angelöteten zylindrischen Muffe (3) mit innerem Gewinde und mit einem Börtel am oberen Rande[1]).

Eine graduierte, oben zugeschmolzene Röhre (4) mit Wasser, 25 cm lang, wird in einen zylindrischen Schutzmantel (5) aus Messing mit Längsausschnitt (6), durch welchen die Teilungen abzulesen sind, dicht eingesetzt. Unten wird der Mantel mit dem Rohr mittels des Gewindes in die Muffe eingeschraubt. Oben ist an demselben ein Henkel oder Haken (7) zum Aufhängen des Atmometers angebracht.

Nach Anfüllung des in den Mantel versetzten Rohres mit Wasser wird dasselbe an die Messingscheibe angeschraubt und danach der ganze Apparat umgekippt; die im Apparat zurückgebliebene Luft wird durch Klopfen nach oben getrieben und das überflüssige Wasser auf der Papierscheibe mittels Filtrierpapier entfernt. Darauf wird von unten ein Messingreifen (9) mit Messingdrahtnetz (10) aufgesetzt. An drei Stellen desselben, welche den knieartigen Ausschnitten des Ringes an der flachen Scheibe (s. oben) entsprechen, befinden sich drei radial gerichtete Zapfen, welche beim Einstellen des Netzes in die Ausschnitte kommen und durch leichte Drehung dasselbe an der Scheibe befestigen. Zur Abschwächung der Erwärmung des Schutzmantels und des Rohres mit Wasser ist es zweckmäßig, die Fläche des Mantels und der Muffe zu vernickeln.

Die Empfindlichkeit des Apparates hängt vom Durchmesser der graduierten Röhre ab, dessen Größe zwischen dem durch den zylindrischen Schutzmantel zugelassenen Maximum und einem

1) Das erste einfachere Modell, welches auf der Unionausstellung in Moskau 1923 ausgestellt war, besaß statt der Muffe ein kurzes Rohr von 5 mm, auf welches ein Gummistopfen gesetzt war und in denselben das Rohr mit Teilung. Unter den Arbeitsbedingungen des Atmometers verdirbt der Gummistopfen sehr bald; er wurde daher durch metallische Teile ersetzt.

Minimum von 2—3 mm, welches für das Durchgehen der Luftbläschen nötig ist, sich ändert. Das Anfüllen einer solchen dünnen Röhre mit Wasser wird durch Bewegen eines dünnen Drahtes in derselben erleichtert. Bei einer maximalen Öffnung von 1 cm Durchmesser reicht der Wasservorrat auf 24 Stunden unter den Leningradschen Verhältnissen.

Im Falle starker Verdunstungsbedingungen kann das öftere Anfüllen durch Verminderung der Papierscheibengröße vermieden werden. Der zur Reduktion der dabei erzielten Größen auf die Scheibe von 6 cm Durchmesser nötige Koeffizient wird durch gleichzeitige Beobachtung der Verdunstung an zwei Atmometern mit Scheiben von entsprechendem Durchmesser bestimmt. Laut unserer Beobachtungen steigt die Verdunstung mit dem Ansteigen des Scheibendurchmessers ungefähr proportional dem Durchmesser, mit einer Abweichung von 25 % Erhöhung.

Einige Teile unserer Konstruktion bedürfen einer besonderen Betrachtung. In welchem Grade entspricht die Verdunstung durch ein metallisches Netz der Verdunstung durch die Spaltöffnungen des Blattes? Werden dabei diejenigen Eigentümlichkeiten beobachtet, welche nach BROWN und ESCOMBE die Diffusion durch feine Öffnungen charakterisieren? Zur Beantwortung dieser Fragen wurde von uns eine Reihe Versuche mit verschiedenen mir zu Gebote stehenden Netzen veranstaltet.

Die dabei erzielten Resultate sind in einer Tabelle (Tab. 1) zusammengestellt.

Tabelle 1.

| | Quadratöffnungen | | | Rundöffnungen |
|---|---|---|---|---|
| | N 1 | N 2 | N 3 | N 4 |
| Diameter d. Gesamtfläche in mm | 45,5 | 96 | | |
| Öffnungszahl auf 1 cm² | 1396 | 674 | 168.5 | 10,5 |
| Öffnungsdurchmesser in mm | 0,18 | 0,26 | 0,55 | 0,57 |
| Gegenseitiger Abstand der Öffnungen in mm | 0,076 | 0,113 | 0.226 | 2,54 |
| Öffnungsfläche in mm² | 0,032 | 0,070 | 0.305 | 0,289 |
| Gesamtöffnungsfläche in Bruchteilen der Gesamtfläche | 0,45 | 0,47 | 0,51 | 0,03 |
| Verdunstung in Bruchteilen der freien Verdunstung — ohne Wind | 0,79 | 0,80 | 0,78 | 0 50 |
| Verdunstung in Bruchteilen der freien Verdunstung — mit Wind | 0,43 | 0,46 | 0,52 | 0,22 |

Es wurden von mir Netze von dreierlei in der Tabelle unter N 1, 2 und 3 verzeichneten Größen untersucht; außerdem waren

im groben Netze N 3 die Öffnungen mit Wachs (unter Erhitzen) bezogen und von neuem mit einer Nadel in Abständen, welche den in der Tabelle angegebenen Öffnungsdurchmesser 4,5 mal übertrafen, durchstochen. Die relative (im Verhältnis zur Fläche des ganzen Netzes) Fläche der Öffnungen dieses Netzes, das mit N 4 bezeichnet ist, machte nur 3 % aus[1]), d. h. überwog nicht die relative Fläche der Spaltöffnungen, welche nach B. HUBER bis 3,6 % beträgt. Zu den Versuchen mit den Netzen N 2—4 dienten Petrischalen, deren Boden mit vier Schichten Filtrierpapier, mit Wasser getränkt, bedeckt war. Auf den Rand von drei Schalen wurden Netze von genannten Größen gesetzt, die vierte wurde offengelassen. Die Verdunstung wurde durch Wägen nach jeder halben Stunde, mit stündlicher Wasserzugabe nach Gewicht, bestimmt. Die Versuche mit dem Netz N 1 wurden im Phytoatmometer gemacht. Der Vergleich der Verdunstung durch diese Netze hindurch und ohne Netze in ruhender Luft im Laboratorium erwies deutlich, daß bei sehr verschiedenem Umfange der Öffnungen, aber bei annähernd ein und derselben relativen Fläche ihrer Lumina von etwa 50 %, die Verdunstung den der Flächenproportionalität entsprechenden Betrag mehr als 1½ mal (80 %) überwiegt. Dieses weist darauf hin, daß in den Netzöffnungen eine Beschleunigung der Wasserdampfdiffusion stattfindet, welche für die Verdunstung durch feine Spaltöffnungen charakteristisch ist. Im Netze N 4 mit Öffnungen in bedeutenden Abständen voneinander ist diese Beschleunigung sehr groß, d. h. die beobachtete Verdunstung überwiegt 17 mal die nach der Flächenproportionalität berechnete Verdunstung. Bei künstlichem Winde (elektrischer Ventilator) mit einer Geschwindigkeit von 1—6 m pro Sek. verschwindet die Diffusionsbeschleunigung in den Netzen N 1—3, und die Verdunstung wird nahezu proportional der Summe der Öffnungsflächen, wie dieses SIERP und NOACK für durchlöcherte Platten gezeigt haben. Etwas anderes wird im Netze N 4 beobachtet. Hier übersteigt die Verdunstung noch 7 mal die nach der Flächenproportionalität berechnete. Folglich vernichtet in der Platte N 4 selbst der starke Wind nicht die Diffusionsbeschleunigung, welche für die Verdunstung durch feine Öffnungen in ruhender Luft charakteristisch ist. Gleichzeitig dient dieselbe als Schutz, denn der Wind beschleunigt in diesem Falle, wie auch beim Blatte,

---

1) Das Durchstechen mit der Nadel ergibt nicht ganz regelmäßig runde Öffnungen; daher wurde bei der Bestimmung der Öffnungsfläche die Mittelgröße zwischen der Fläche der Quadratöffnung des Netzes und der Fläche des in dieselbe eingezeichneten Kreises angenommen.

die Verdunstung in kleinerem Maße als die Verdunstung von einer freien Wasserfläche. Auf Grund dieses Versuches kann man annehmen, daß das Netz. N 4 am meisten den am Blatte zu beobachtenden Verhältnissen nahe kommt. Außerdem ist dasselbe auch praktisch am bequemsten. Die mit Wachs bezogenen metallischen Teile werden vom Wasser weder benetzt noch verstopft, das Metall wird vor Oxydationsbildung behütet, wodurch die Öffnungen ihren Umfang besser bewahren. Übrigens ist zu bemerken, daß bei der Prüfung des Netzes N 1 unter natürlichen Bedingungen im Atmometer, welches 30 cm über dem Boden an einer offenen Stelle hing, sich erwies, daß die Verdunstung in demselben 60—80 % derjenigen im Atmometer ohne Netz betrug, und daß nur in einzelnen Fällen dieselbe bis 50 % erreichte, d. h. in den meisten Fällen die für die Diffusion durch feine Öffnungen in ruhender Luft charakteristische Beschleunigung nicht verlor. Hieraus folgt, daß bei Einwirkung von nicht großen Geschwindigkeiten des Windes auch das obenerwähnte Netz genügende Resultate liefern kann.

Der Abstand der Öffnungen des Netzes von der Verdunstungsfläche darf nicht kleiner sein als 2 mm (die Höhe des Netzringes); denn sonst wird eine unerwünschte Berührung mit der Fläche des benetzten Papiers möglich.

Außerdem bedarf die Frage über die Farbe der Messingscheibe einer Aufklärung. Warum schwärze ich die Messingplatte? Wäre es nicht besser, ihr eine dauerhafte, grüne, dem Chlorophyll ähnliche Färbung zu geben?

Zum Schwärzen führen zuallererst praktische Erwägungen, da für Messing durch Oxydation leicht eine in Regen und Sonne stabile schwarze Färbung zu erzielen ist, die außerdem die Messingfläche vor Grünspan schützt. Daher schwärze ich auch die untere Fläche, an der das Papier liegt, da dasselbe sonst bald von Grünspan beschmutzt wird. Aber außerdem besitzt die schwarze Färbung eine Absorptionsfähigkeit, welche derjenigen der grünen Blätter sehr nahe kommt. Nach den Bestimmungen von BROWN und ESCOMBE erreicht die Absorption der Blätter bis 80 % der Sonnenradiation, während die Messingschwärzung wahrscheinlich Größen von nicht mehr als 90 % ergibt. Ebenso ist die Ausstrahlung des grünen Blattes ähnlich der Ausstrahlung des schwarzen Körpers, und daher müssen die Temperaturbedingungen in unserem Atmometer denen im Blatte ähnlicher sein als in Atmometern anderer Konstruktionen. Folglich ist es zwecklos, die Herstellung der Apparatur durch besondere chlorophyll-ähnliche Färbung noch zu

erschweren. Das wäre auch theoretisch nicht ganz regelrecht. Die Absorptionsfähigkeit des Blattes im ganzen wird nicht allein durch dieses Pigment, sondern auch durch das alle Gewebe des lebenden Blattes durchtränkende Wasser bestimmt, welches die infraroten Strahlen, die vom Chlorophyll nicht aufgenommen worden sind, absorbiert. Im gegebenen Falle ist in betreff der Verdunstung für uns von Interesse die Absorption des Blattes im ganzen und nicht derjenige Teil allein, der vom Chlorophyll abhängt.

Es ist zu bemerken, daß die Schwärzung des Atmometers eine Steigerung der Verdunstung in demselben nicht über 30 % im Vergleich zum Atmometer mit blanker vernickelter Fläche hervorruft, wobei in Betracht zu ziehen ist, daß die vernickelte Platte selbst etwa 35 % der einfallenden Sonnenenergie absorbiert.

Bei der Arbeit mit Phytoatmometern ist es nicht notwendig, dieselben in Klemmen eines Statives zu befestigen. Man kann sie entweder an in den Boden eingesteckte Stützen hängen oder, wo dieses unbequem erscheint (auf Steinen, Felsen), an einen leicht auseinanderschiebbaren Dreifuß oder auch direkt an Baumäste. In allen diesen Fällen ist sogar bei bedeutendem Winde das Schwanken, wenn überhaupt solches stattfindet, so gleichmäßig, daß es keine überschüssige Wasserverdrängung aus dem Rohre hervorruft, was sonst bei scharfen Stößen der Fall ist.

Die Qualität des Papiers ist nicht von besonderem Werte. Wenigstens ergaben die Filter von SCHLEICHER und SCHÜLL und das gewöhnliche Filtrierpapier keinen merklichen Unterschied. Wasser kann auch undestilliert verwendet werden, aber dann müssen die Papierscheiben öfter gewechselt werden. Auf jeden Fall ist gekochtes Wasser zu verwenden, um überflüssige Gasausscheidung im Rohre zu vermeiden.

Leningrad, Forstinstitut, Januar 1929.

**Literatur.**

KNIGHT, R. C. The interrelations of stomatal aperture, leaf water content and transpiration rate. Ann. of Bot. 31, 221, 1917.

SIERP, H. und NOACK, K. Studien über die Physik der Transpiration. Jahrb. f. wiss. Bot. 60, 459, 1921.

BRUNO HUBER. Zur Physik der Spaltöffnungstranspiration. Diese Berichte. XLVI, H. 9, 1928.

BROWN, H. T. and ESCOMBE, F. On the physiological processes of green leaves. Proceed. of the Roy. Soc. Ser. B. LXXVI, 69, 1905.

## 28. Heinrich Walter: Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Wasserökologie der Pflanzen.

(Eingegangen am 11. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Wenn wir den Wasserhaushalt der Pflanzen oder ihre Anpassungen an die Wasserverhältnisse am Standort besprechen wollen, so müssen wir uns zunächst die Frage vorlegen, wie kommt überhaupt Wassermangel bei einer Pflanze primär zur Auswirkung. Es ist nicht anzunehmen, daß eine verstärkte Transpiration oder die Erhöhung der Saugkraft als solche schon die Pflanze beeinflussen. Vielmehr werden wir eine Wirkung erst dann erwarten, wenn sich Veränderungen im Wassergehalt der lebenden Substanz — des Protoplasmas — bemerkbar machen.

Es genügt noch nicht zu sagen, daß die Pflanzen bei Wassermangel vertrocknen; denn zwischen dem wassergesättigten Zustande und dem lufttrockenen liegen eine Reihe Zwischenstufen. Wann beginnt eine Schädigung der Pflanze? In welchem Stadium tritt der Tod ein? Wie verhalten sich in dieser Beziehung die Pflanzen verschiedener ökologischer Typen?

Diese Fragen müßten eigentlich zunächst beantwortet werden, bevor man an eine Diskussion der Anpassungserscheinungen herantreten kann.

Für die Mikroorganismen konnte Verf.[1]) vor einiger Zeit zeigen, daß es unter ihnen sehr hygrophile Formen gibt, die nur bei außerordentlich geringen Saugkräften des Substrates zu gedeihen vermögen und xerophile Formen, die noch bei Saugkräften bis zu 220 Atm. gedeihen. Zu der ersten Gruppe gehören vor allen Dingen die meisten Bakterien. Zur zweiten Gruppe Schimmelpilze, wie *Penicillium* und *Aspergillus*. Dazwischen haben wir eine Reihe von Übergängen, die durch *Oidium lactis*, *Phycomyces*, *Rhizopus* und die Hefen vermittelt werden. Nicht nur die Grenzwerte der Entwicklung liegen verschieden hoch, vielmehr zeigt sich bei den hygrophileren Formen beim Ansteigen der Saugkraft des Substrates schon sehr frühzeitig eine Hemmung des Wachstums, während im Gegensatz dazu z. B. bei *Aspergillus* noch bei Saugkräften bis zu 70 Atm. nicht die geringste Hemmung wahrzunehmen ist.

1) Vergl. WALTER, H. Der Wasserhaushalt der Pflanzen in quantitativer Betrachtung (Freising-München 1925) und: Das Xerophytenproblem in kausalphysiologischer Betrachtung. (Freising-München 1926).

Es ist nun von vornherein zu erwarten, daß die Verhältnisse bei den höheren Pflanzen ähnlich liegen. Da aber die höheren Pflanzen ein nach außen hin ziemlich abgeschlossenes System darstellen, so dürfen wir für die Bestimmung der Grenzwerte weder die Saugkraft der Atmosphäre (also ihre relative Dampfspannung) noch die Saugkraft des Bodensubstrates zugrunde legen, sondern nur die Saugkraft berücksichtigen, die im Pflanzenkörper selbst herrscht, d. h. die Zellsaftkonzentration oder den osmotischen Wert in Atmosphären ausgedrückt. Es ist viel richtiger, den osmotischen Wert zu verwenden und nicht die Saugkraft der Zellen; denn der Wassergehalt des Plasmas steht in direkten Beziehungen zum osmotischen Wert: Die durch den Quellungszustand bedingte Saugkraft des Plasmas ist immer gleich der Saugkraft des Zellinhaltes.

Die Höhe des osmotischen Wertes im normalen Zustande der Zelle hängt aber in erster Linie von der Wasserbilanz ab, d. h. vom Verhältnis der Wasseraufnahme zur Wasserabgabe. Die Untersuchung der Zellsaftkonzentration einer Pflanze erlaubt es uns also, die Bilanzverhältnisse der Pflanzen zu bestimmen und somit ihren Wasserhaushalt als Ganzes zu erfassen. Damit wird das Verhalten des osmotischen Wertes zum Zentralproblem der Wasserökologie der Pflanzen, während Transpirationsuntersuchungen, Saugkraftmessungen, Bestimmungen der Wasserleitfähigkeit und der Wasseraufnahme nur Teilvorgänge berücksichtigen. Man mißverstehe mich nicht: Auch die Kenntnis dieser Vorgänge ist unbedingt notwendig. Viele Widersprüche in der Literatur und viele z. T. unnütze Arbeit wäre aber vermieden worden, wenn wir vom Ganzen zu den Teilvorgängen und nicht umgekehrt vorgegangen wären.

Wir müssen auch bei den höheren Pflanzen mehrere Grenzwerte der Zellsaftkonzentration unterscheiden:

Als optimalen osmotischen Wert ($O_{opt}$) bezeichnen wir die Zellsaftkonzentration, bei der die Pflanze wächst, blüht und fruchtet. Bei dieser Konzentration vollziehen sich auch $CO_2$-Assimilation und Atmung ganz normal. Leidet die Pflanze unter Lichthunger oder wächst sie sehr feucht, so können zwar die Wachstumsvorgänge gefördert werden, aber die Pflanze kommt nicht mehr zum Blühen und Fruchten. Solche sterile Pflanzen zeigen eine geringere Zellsaftkonzentration. Den geringsten für eine Pflanzenart beobachteten Wert nennen wir den minimalen osmotischen Wert ($O_{min}$).[1]

---

1) Nach FÖRSTER (Planta 3. 325. 1927) soll bei ganz extremer Feuchtigkeit die Entwicklung von *Marchantia polymorpha* deutlich gehemmt werden.

Herrscht dagegen Wassermangel, so steigt der osmotische Wert an. Das Wachstum der Pflanze wird gehemmt und schließlich ganz eingestellt. Die Grenzwerte für die $CO_2$-Assimilation sind noch unbekannt. Schließlich bei noch weiterem Anstieg machen sich schon äußerlich an der Pflanze Trockenschäden bemerkbar. Die höchste Zellsaftkonzentration, bei der die Pflanze noch am Leben ist, und bei der sie die Fähigkeit zur Weiterentwicklung unter günstigen Wasserverhältnissen noch nicht verloren hat, bezeichnen wir als den maximalen osmotischen Wert ($O_{max}$). Alle höheren Konzentrationen, bei denen früher oder später ein Absterben der Blätter eintritt, können wir die letalen osmotischen Werte ($O_{let}$) nennen.

Die Feststellung dieser Grenzwerte wird eine dringliche Aufgabe der Wasserökologie sein. Sie kann auf experimentellem Wege im Laboratorium oder durch ökologische Messungen in der freien Natur erfolgen. Für die erste Orientierung wird man den letzten Weg einschlagen.[1])

Die maximalen Werte lassen sich in der Natur nur unter extremen Bedingungen feststellen, und es war ein besonderer Glücksfall, daß Verf. gleich zu Beginn seiner experimentellen Untersuchungen die Möglichkeit hatte, unter extremen Bedingungen zu arbeiten: zunächst in Ungarn, während des extrem trockenen Sommers 1928, als während der Dürrezeit der größte Teil der Pflanzen geschädigt wurde, dann in Heidelberg während der für Mitteleuropa einzig dastehenden Kälteperiode im Januar und Februar 1929, als die meisten wintergrünen Pflanzen teilweise oder ganz abfroren.

Auf diese Weise ist es gelungen, schon auf Grund von etwa 600 Messungen eine erste Übersicht über das Verhalten des osmotischen Wertes bei Pflanzen zu erhalten. Ohne diese extremen Witterungsverhältnisse wäre es sicher nicht möglich gewesen, die Zusammenhänge herauszufinden.

Die Ergebnisse der Bestimmungen in Ungarn werden noch an anderer Stelle veröffentlicht werden. Eine vorläufige Mitteilung über das Verhalten der immergrünen Pflanzen im Winter und die

1) Man wird dabei immer im Auge behalten müssen, daß diese Grenzwerte für eine Pflanzenart nicht ein für allemal feststehen. Unterschiede werden sich ergeben sowohl bei verschiedenem Alter und Entwicklungsunterschieden der Blätter, als auch bei Unterarten, Rassen und Standortsmodifikationen. Selbst bei Sonnen- und Schattenblättern einer Pflanze werden die Grenzwerte sicher nicht die gleichen sein.

einzelnen unter ihnen zu beobachtenden Typen soll demnächst in diesen Berichten erscheinen.

Da wir für unsere Untersuchungen die osmotischen Werte im normalen Zustande und nicht bei Grenzplasmolyse brauchen, so scheidet die plasmolytische Methode schon aus diesem Grunde von vornherein aus. Alle Bestimmungen sind mit der kryoskopischen Methode ausgeführt, die bei sorgfältigem Abtöten der Gewebe vor dem Auspressen außerordentlich gut vergleichbare Werte liefert.

Man kann ruhig sagen, daß jede durch die Wasserverhältnisse bedingte morphologisch-anatomische Eigentümlichkeit bei Pflanzen einer Art auch in der Höhe des osmotischen Wertes mit Sicherheit zum Ausdruck kommt. Andererseits kann man bei einiger Übung aus dem Aussehen einer Pflanze und unter Berücksichtigung der Standortsverhältnisse mit einiger Genauigkeit den osmotischen Wert voraussagen. Gewarnt werden muß aber vor der Auswertung von Einzelbestimmungen. Sie können nur als Ergänzung dienen. Ein klares Bild von dem Wasserhaushalt einer Pflanze erhält man allein auf Grund von Serienuntersuchungen. Leider konnten diese nicht in allen Fällen durchgeführt werden.

Zum Auspressen wurden verwendet: bei kleinen krautigen Pflanzen die ganzen oberirdischen Teile, bei Pflanzen mit kleinen Blättern, z. B. *Calluna* oder *Helianthemum fumana*, die beblätterten Sprosse oder die letzten Jahrestriebe, wie z. B. bei Fichte und Tanne; in allen anderen Fällen wurden die Blätter allein, meistens ohne Blattstiele, verwendet. Die Probenentnahme für vergleichende Bestimmungen, namentlich wenn nur geringe Unterschiede (Tagesschwankungen) zu erwarten sind, muß mit großer Sorgfalt durchgeführt werden.

Die Höhe des osmotischen Wertes in normalem Zustande hängt ab:

1. von der Höhe des osmotischen Wertes im wassergesättigten Zustande und
2. von dem Wasserdefizit der Pflanze im gegebenen Augenblicke.

Es ist wichtig, diese zwei Faktoren auseinander zu halten. Die Höhe des Wasserdefizites bestimmt man, indem man von 2 Parallelproben die eine sofort abtötet und auspreßt, die andere erst nachdem sich die Pflanzenteile in einer feuchten Kammer mit Wasser sättigen konnten. Die Bestimmung des Wasserdefizites durch die Abnahme des osmotischen Wertes nach Sättigung gibt bessere Vergleichswerte als die bisher übliche Wassergehaltsbestimmung.

Die Höhe des osmotischen Wertes im wassergesättigten Zustande oder die ihr bei ein und demselben Gewebe parallelgehende grenzplasmolytische Konzentration hängt ebenfalls von verschiedenen Faktoren ab. Vor allen Dingen ist die mittlere Wasserbilanz einer Pflanze für diesen Wert von Bedeutung. Je häufiger und dauernder und in je höherem Grade Wasserdefizite bei einer Pflanze auftreten, desto höher liegt auch im allgemeinen infolge der Turgorregulation der osmotische Wert bei Grenzplasmolyse. Deshalb finden wir bei Pflanzen mit ausgeglichener Wasserbilanz, die kaum je gestört wird, immer nur sehr niedrige osmotische Werte, während bei Pflanzen, die häufig Wassermangel leiden, also Wasserdefizite aufweisen, der osmotische Wert im wassergesättigten Zustande im allgemeinen höher liegt. Daneben sind noch von Bedeutung: die Lichtintensität und die dadurch bedingte verstärkte Bildung von Assimilationsprodukten, die Temperaturverhältnisse, die eine Verschiebung des Zucker-Stärke-Gleichgewichtes hervorrufen usw. Es ist für den Plasmaquellungszustand aber in gewisser Hinsicht gleichgültig, wodurch im einzelnen die Konzentrationserhöhung bedingt wird. Jedoch wird man bei Untersuchungen, die mehr in die Tiefe gehen, auch darauf achten müssen.

Ganz ausschließen will ich vorläufig aus unseren Betrachtungen die Konzentrationserhöhung durch Ansammlung von leicht löslichen Salzen. Das Halophytenproblem ist ein Problem für sich. Hier handelt es sich weniger um die Widerstandsfähigkeit des Plasmas gegen die osmotische Wirkung von einer erhöhten Zellsaftkonzentration als gegen die spezifische Wirkung bestimmter Jonen.

Für die Charakterisierung der ökologischen Typen müssen die Bilanzverhältnisse, also das Verhalten des osmotischen Wertes während der gesamten Vegetationszeit, berücksichtigt werden. Einzelne Stichproben zu willkürlich gewählten Zeiten geben häufig ein ganz falsches Bild.

Von den verschiedenen Grenzwerten kommt dem Maximalwerte eine besondere Bedeutung zu. Aber es ist nicht richtig zu glauben, daß die Erhöhung des osmotischen Wertes eine nützliche Anpassung der Pflanzen an erschwerte Wasserverhältnisse darstellt. Jede Erhöhung des osmotischen Wertes über den optimalen Bereich zeigt eine Gefährdung, wenn nicht schon eine vorübergehende Schädigung der Pflanze an. Sie besagt, daß die Pflanze nicht mehr imstande ist, ihre Wasserbilanz aufrechtzuerhalten. Wir können zwei Stadien der Erhöhung unterscheiden. Bei lang andauernden ungünstigen Wasserverhältnissen steigt der osmotische Wert anfangs nur langsam an;

dann aber nimmt die Geschwindigkeit der Erhöhung immer mehr und mehr zu. In diesem zweiten Stadium ist die Pflanze bereits äußerst gefährdet, sie wird immer hilfloser, und sobald dann der Maximalwert erreicht ist, stirbt sie ab.[1])

Die Trockenresistenz einer Pflanze hängt also ab:

1. von der absoluten Höhe des maximalen osmotischen Wertes,
2. von der Geschwindigkeit, mit der der osmotische Wert unter ungünstigen Bedingungen ansteigt.

Von zwei Pflanzenarten, die denselben maximalen osmotischen Wert besitzen, wird diejenige am dürreresistentesten sein, die eine Erhöhung des osmotischen Wertes am längsten zu verhindern vermag. Hier sind natürlich die Transpirationsverhältnisse und die Wasseraufnahmefähigkeit ausschlaggebend. Pflanzen mit niederem Maximalwert (z. B. die Sukkulenten) erweisen sich häufig widerstandsfähiger als Pflanzen mit hohem Maximalwert.

Das erklärt uns auch, weshalb wir unter bestimmten Bedingungen selbst bei nahe verwandten Pflanzen höhere Werte bei den weniger widerstandsfähigen Arten finden können. Als Beispiel sollen folgende Zahlen dienen:

| | West-Balaton | Ost-Balaton |
|---|---|---|
| *Helianthemum fumana* | 18,1 Atm. | 23,4 Atm. |
| „ *chamaecistus* | 19,5 „ | tot! |

Die westliche Hälfte des Plattensees (Balatons) hat ein feuchteres Klima als die östliche. Hier zeigte *Helianthemum chamaecistus* überraschenderweise einen höheren osmotischen Wert; aber diese Pflanzenart befand sich, wie es scheint, schon im Stadium der raschen Erhöhung des osmotischen Wertes und schon in der Nähe der Grenze ihrer Existenzfähigkeit. Am trockneren Standorte der östlichen Balatongegend war sie ganz abgestorben, während *H. fumana* eine weitere Erhöhung ohne Schaden ertrug. Ähnliche Verhältnisse wurden auch bei *Teucrium montanum* und *T. chamaedrys* gefunden.

Es sei hier bemerkt, daß der Vergleich der osmotischen Werte einer Pflanzenart an verschiedenen Standorten uns die beste Möglichkeit zur Charakterisierung der Wasserverhältnisse am betreffenden Standort in ihrer Gesamtheit gibt. Vielleicht wird es sogar möglich sein, durch osmotische Werte die einzelnen Klimagebiete zu kennzeichnen.

---

1) Beim Absterben sind hier immer nur die Blätter gemeint. Ob die Pflanze als Ganzes abstirbt, hängt davon ab, ob regenerationsfähige Knospen erhalten bleiben oder nicht. Diese Frage wurde vorläufig nicht untersucht.

Als vorläufiges Ergebnis der bisherigen Untersuchungen will ich hier einige ökologische Typen an Hand von einzelnen Beispielen mit ihren physiologischen Merkmalen anführen:

## I. Schattenpflanzen.

Sie zeichnen sich durch mittlere Transpirationsintensität und sehr ausgeglichene Wasserbilanz aus. Tagesschwankungen des osmotischen Wertes dürften ganz fehlen. Die geringsten Wasserdefizite rufen starkes Welken hervor. $O_{opt}$ liegt niedrig, $O_{max}$ kaum höher. Ein geringer Anstieg bedingt Absterben der Pflanzen, sie können deshalb nur dort wachsen, wo die Verdunstung niemals höhere Werte erreicht. Je trockener das Klima ist, desto mehr werden diese Pflanzen in den Schatten zurückgedrängt.

Es wurden z. B. folgende $O_{max}$ in Atm. in Ungarn gefunden: *Impatiens noli me tangere* 6,9, *Oxalis acetosella* 7,8, *Galium silvaticum* 9,1, *Asperula odorata* 10,9, *Mercurialis annuus* 10,5, *Chelidonium majus* 12,4 Atm.

Etwas höher lagen die Werte bei immergrünen Schattenpflanzen: *Asarum europaeum* 14,1, *Hedera helix* 14,7, *Vinca minor* 15,8 Atm. Maximalwerte sind bei diesen Pflanzen im Winter zu suchen (bei Efeu z. B. bei 22 Atm.).

Eine Reihe von Pflanzen leitet von den eigentlichen Schattenpflanzen zu den Halbschatten- und den Sonnenpflanzen über:[1]) *Physalis alkekenghi* 13,1, *Parietaria officinalis* 18,0, *Mercurialis ovata* 19,4, *Lithospermum officinale* 20,6, *Vincetoxicum officinale* 26,5, *Glechoma hirsuta* 29,9 Atm.

## II. Pflanzen sonniger und nasser Standorte.

Der osmotische Wert ist gering: *Iris pseudacorus* 9,3, *Polygonum amphibium* 9,5, *Epilobium hirsutum* 10,1, *Lysimachia vulgaris* 10,6, *Lythrum salicaria* 11,9 Atm. Er steigt deutlich mit der Höhe der Pflanze und mit der stärkeren Besonnung. Bei der xeromorpheren Art, *Carex acutiformis*, ist er gleich 12,4, bei *Phragmites* bis 23,8 Atm. Die genaue Lage des $O_{max}$ ist bei dieser Pflanze noch nicht ermittelt. Bei *Polygonum amphibium* ist $O_{max}$ etwa 16 Atm. Die Transpirationsintensität dürfte bei dieser Gruppe größer sein, denn Tagesschwankungen des osmotischen Wertes sind zwar gering aber deutlich wahrnehmbar, um so deutlicher, je höher der osmotische Wert ist.

Von den Wasserpflanzen sind nur eine Reihe Landformen untersucht worden.

---

1) In Ungarn gehen alle Pflanzen weniger aus dem Schatten heraus als bei uns. *Vincetoxicum officinale* steht immer im Gebüsch.

### III. Pflanzen sonniger und während der Vegetationszeit feuchter Standorte.

Hierher gehören die Frühjahrs- und Spätherbstpflanzen der steppenartigen Gesellschaften. Ihre osmotischen Werte sind niedrig, ebenso $O_{max}$. Sobald eine Erhöhung eintritt, sterben die oberirdischen Teile ab und die unterirdischen sind vor weiteren Wasserverlusten geschützt.

Als Beispiel diene: *Muscari racemosum* 6,3, *Iris pumila* 9,3, *Scilla autumnalis* 9,7, *Vinca herbacea* 12,5 Atm.

### IV. Pflanzen sonniger und relativ trockener Standorte.

Diese meist als „Xerophyten" bezeichnete Gruppe ist so uneinheitlich, daß es besser wäre, man ließe eine gemeinsame Bezeichnung für sie ganz fallen. Wir unterscheiden:

a) Sukkulente Pflanzen mit Wasserspeichern und mit äußerst geringer Transpiration. Wassermangel tritt bei ihnen deshalb kaum je ein. Die osmotischen Werte sind außerordentlich niedrig. Selbst bei anhaltender Dürre tritt kaum je eine Erhöhung ein, vielmehr wird das Wasser von den älteren zu den jüngeren Teilen verschoben, und die älteren Blätter werden abgeworfen. Folgende Zahlen mögen das zeigen:

| | normal | fast ganz vertrocknet |
|---|---|---|
| *Sempervivum hirsutum* | 5,2 Atm. | 6,9 Atm. |
| *Sedum maximum* | 4,7 „ | 8,4 „ |

b) Stark transpirierende Pflanzen mit ausgeglichener Wasserbilanz und niedrigem osmotischen Wert. Tagesschwankungen fehlen fast ganz. Als typisches Beispiel diene *Cucurbita pepo*. Geringste Wasserdefizite rufen schon starkes Welken hervor. Der maximale osmotische Wert, der beobachtet wurde, betrug 12,4 Atm. Meist überstieg er 9—10 Atm. nicht. Unter den Bäumen ist *Robinia pseudacacia* hierher zu rechnen: $O_{min} = 12{,}2$, $O_{opt} = 17—18$, $O_{max} = 20{,}7$ Atm.

c) Pflanzen, die sogar bei lang andauernder Dürre selbst auf den trockensten Standorten ihre Transpiration nicht einstellen und noch Tagesschwankungen des osmotischen Wertes bis über 30% aufweisen. Sie erleiden riesige Wasserdefizite, und nach einem Regen fallen die Werte oft auf weniger als die Hälfte. Zwischen $O_{opt}$ und $O_{max}$ ist eine sehr große Spanne. Angeführt seien nur:

| | Trockenzeit | | Regenzeit |
|---|---|---|---|
| *Euphrasia lutea* | 34,8 Atm. (morg.) | 40,8 Atm. (abends) | 19,6 Atm. |
| *Dorycnium germanicum* | 22,1 „ „ | 28,7 „ „ | 19,9 „ |
| *Helianthemum fumana* | 20,2 „ „ | 26,4 „ „ | 16,9 „ |

Nur diese Gruppe repräsentiert den MAXIMOWschen Xerophytentypus.

d) Pflanzen, die während der Trockenzeit große Wasserdefizite erleiden und dann in einen latenten Zustand zu verfallen scheinen. Jedenfalls hören die Tagesschwankungen auf:

| | Trockenzeit | | Regenzeit |
|---|---|---|---|
| *Festuca sulcata* | 39,1 Atm. (morgens), | 37,7 Atm. (abends) | 22,0 Atm. |
| *Pollinia gryllus* | 31,8 „ „ | 32,3 „ „ | 17,4 „ |
| *Carex humilis*[1]) | 36,2 „ „ | 42,9 „ „ | 17,8 „ |

e) Pflanzen mit wahrscheinlich sehr geringer Transpiration, aber ohne Wasservorräte. Sie zeigen keine Tagesschwankungen des osmotischen Wertes, ebenso ist die Differenz zwischen den Werten während der Trockenzeit und nach Regen nur sehr gering. $O_{max}$ konnte nicht festgestellt werden, da diese Pflanzen nicht die geringsten Anzeichen von Trockenschäden aufwiesen.

| | Trockenzeit | Regenzeit |
|---|---|---|
| *Lactuca scariola* | 11,3—16,4 Atm. | 10,1 Atm. |
| *Lavandula vera* | 17,8 Atm. | 14,4 „ |
| *Pinus nigra* | 15,9—17,3 „ | 16,1—16,5 Atm. |
| *Quercus lanuginosa* | 19,5 Atm. | 18,7 Atm. |

Das sind Xerophyten im früheren Sinne des Wortes.

Damit ist aber die Zahl der Untergruppen noch lange nicht erschöpft. Mehrere weitere Gruppen werden wir bei der Besprechung der osmotischen Werte im Winter kennen lernen. Die Bäume und

1) Vielleicht besser zu c) zu stellen, da Tagesschwankungen vorhanden. Die Pflanzen befanden sich aber in einem latenten Zustande.

Sträucher wollen wir hier nicht behandeln. Die Zahl der Bestimmungen ist bei ihnen noch zu gering. Diese ökologische Einteilung ist weiter auszubauen. Der Rahmen der früher vom Verf. gegebenen Einteilung hat sich als zu eng erwiesen (s. l. c.)[1].

Heidelberg, Botanisches Institut, im März 1929.

---

1) Aus dem Gesagten ergibt sich, glaube ich, auch von selbst die Antwort auf die Bemerkungen URSPRUNGs (Planta 2, 640, 1926), der Verf. ganz mißverstanden hat. Verf. will ja durchaus nicht den Wert der Saugkraftmessungen bestreiten; er glaubt nur, daß für ökologische Fragen der Wasserbilanz der osmotische Wert geeigneter ist, wie hier zu zeigen versucht wurde.

TURESSON (Hereditas 11, 193, 1928) beklagt sich, daß Verf. nicht näher auf seine Schlußfolgerungen eingeht und sie als verfrüht und mit Widersprüchen belastet bezeichnet. Ich glaube, daß die angeführten Gesichtspunkte zur Genüge zeigen, daß man aus wenigen und ganz zufälligen Bestimmungen des osmotischen Wertes noch nichts sicheres schließen kann. Eine ausführliche Kritik TURESSONs soll bei passender Gelegenheit gegeben werden.

## 29. E. Tschermak: Zur zytologischen Auffassung meiner Aegilotricumbastarde und der Artbastarde überhaupt. Theorie der Chromosomenaddition oder Kernchimärie.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 13. März 1929. Vorgetragen in der Märzsitzung.)

Mehrfach ist mir die Erzeugung von Bastarden zwischen *Aegilops* als Mutter (nicht als Vater, wie in manchen Referaten angegeben erscheint!) und verschiedenen *Triticum*-Arten gelungen. Über zwei solche Bastarde: (1) *Aeg. ovata* × *Tr. dicoccoides* ($F_1$ 1920 — seither jährlich nachgebaut) und (2) *Aeg. ovata* × *Tr. durum*, *Arraseita* var. *Hildebrandti* ($F_1$ 1921 — seither jährlich nachgebaut) habe ich im Verein mit H. BLEIER, welcher auf meine Veranlassung die zytologische Untersuchung ausführte, in diesen Berichten Mitteilung gemacht[1]). Dieser kann ich heute kurz hinzufügen, daß mir nach Ausweis meines älteren Materials, das ich erst jetzt vollständig durcharbeiten konnte, auch weitere Kreuzungen von *Aegilops* mit Vertretern der Emmerreihe, nämlich (3) *Aeg. ov.* × *Tr. turgidum* ($F_1$ 1915, $F_2$ 1916, $F_3$ wird 1929 weitergebaut), (4) *Aeg. ov.* × *Tr. compositum-turgidum* ($F_1$ = 1912 bis $F_5$ 1916 weitergebaut, $F_6$ 1929 fortgesetzt), (5) *Aeg. ov.* × *Tr. amyleum (dicoccum)* ($F_1$ 1915, bis $F_4$ 1918 weitergebaut, $F_5$ 1929 fortgesetzt), (6) *Aeg. ov.* × *Tr. monococcum* ($F_1$ 1915, $F_2$ 1916 — nur sehr wenig fruchtbar) einwandfrei gelungen sind. Andererseits glückte mir die Bastardierung mit der Dinkelreihe, nämlich (7) *Aeg. ov.* × *Tr. vulgare*, wobei $F_1$ fast steril war. Die morphologische Analyse dieser Bastarde wird zugleich mit der zytologischen später gegeben werden. Hier genüge es zu bemerken, daß Fall 3 durch 2 Generationen, 4 durch 5 Generationen, Fall 5 durch 4 solche verfolgt wurde, wobei eine fruchtbare, durchweg konstante Deszendenz erhalten wurde. Ferner sei hier an meinen neuen Artbastard (8) *Triticum turgidum* × *Tr. villosum* erinnert[2]).

1) E. TSCHERMAK und H. BLEIER: Über fruchtbare *Aegilops*-Weizenbastarde. Ber. d. D. Bot. Ges. **44**, 110, 1926; vgl. auch H. BLEIER, Zeitschr. f. Pflanzenzüchtg. **2**, 303, 1920; Verh. V. Int. Kongr. f. Vererb.-Wiss. S. 447, 1928; Bibliographia genetica **4**, 321, 1928. Derselbe hat auch den mir gelungenen Bastard *Aegilops ovata* (14/28 Chromosomen) × *Aeg. caudata* (7/14) in $F_1$ (21) sowie *Aeg. ov.* (14/28) × *Tr. villosum* (7/14) in $F_1$ (21) untersucht.

2) Die ausführliche Darstellung (Ein neuer fruchtbarer Weizenartbastard *Triticum turgidum* × *Tr. villosum*) wird als Beitrag in der v. RÜMKER-Festschrift, Berlin 1929, erscheinen.

In den fünf erstgenannten Fällen handelt es sich um Elternarten von gleicher Chromosomenzahl (haploid 14/28 diploid), im 6. und 8. Falle um eine Kombination von (14/28) mit (7/14), im 7. Falle um eine solche von (14/28) × (21/42). Die zytologische Analyse ist allerdings bisher nur für Fall 1 und 2 erledigt, während sie für Fall 3—6 sowie 8 noch unvollendet ist (in Fall 7 fand BLEIER in den somatischen Zellen von $F_2$ ungefähr 50 Chromosomen). Die ersteren Fälle von *Aegilotricum* hatten das interessante Ergebnis, daß die Bastarde, welche in $F_1$ schwächlich und fast steril gewesen waren, von $F_2$ ab jedoch starkwüchsig, fruchtbar und konstant blieben und — bei Untersuchung in $F_5$ bzw. $F_6$ — eine doppelte Chromosomenzahl gegenüber der Haploidzahl der Stammarten (je 14) in den Pollenenkelzellen (nämlich 28), sowie gegenüber der Diploidzahl der Stammarten (je 28) in den somatischen Zellen (nämlich 56) aufwiesen. Im Zusammenhang mit einer solchen Verdoppelung wurden die fruchtbaren *Aegilotricum*bastarde als *Gigas*-formen bezeichnet. Eine solche hybridogene Speziesbildung mit Vervielfältigung, speziell mit Verdoppelung der Chromosomenzahl, haben ROSENBERG[1]) wie BĚLAŘ[2]) m. E. mit Recht — wenigstens in erster Linie — auf Bildung diploider Gameten von beiderlei Geschlecht seitens der $F_1$-Pflanze und Vereinigung solcher Gameten zu tetraploiden $F_2$-Zygoten (evtl. Vereinigung einer diploiden Gamete mit einer haploiden zu einer triploiden $F_2$-Zygote) zurückgeführt. Im Detail zieht ROSENBERG die häufige Unregelmäßigkeit des Reduktionsvorganges bei Artbastarden heran und vertritt eine Störung der heterotypischen Teilung mit Restitutionskern-Bildung, wobei schließlich diploide Gameten, speziell Dyaden statt Tetraden von Pollenenkelzellen resultieren. So interessant und bedeutsam die bezüglichen Details sind, so sei hier das entscheidende Gewicht auf den für *Aegilotricum* gesicherten Nachweis diploider Gameten gelegt. Ich möchte nun aber die hybridogene Diploidie der Gameten bei Artbastarden nicht in Analogie setzen mit den bekannten Fällen von spontaner oder experimentell (durch Kälte,

---

1) O. ROSENBERG: Verh. d. V. Kongr. f. Vererbungswissenschaft, Berlin 1928, S. 332.

2) K. BĚLAŘ: Die zytologischen Grundlagen der Vererbung. Handb. d. Vererbungswiss. 1, Lief. 5, Berlin 1928, spez. 339. Meine obigen Ausführungen über Chromosomenaddition berühren sich zwar mehrfach mit der kurz angedeuteten Auffassung BĚLAŘs, der jedoch in erster Linie eine Tetraploidie bereits in $F_1$ anzunehmen scheint. An *Aegilotricum*bastarden erster Generation fand BLEIER „keinen Anhaltspunkt für den Vorgang der Chromosomenvermehrung“ (1928).

Narkose u. a.) hervorgerufener Polyploidie, sondern in ihr ein Phänomen besonderer Art erblicken. Die gleich zu entwickelnde Vorstellung sei keineswegs auf *Aegilotricum* beschränkt, sondern auf fruchtbare Artbastarde überhaupt ausgedehnt, bei denen Chromosomenvermehrung bzw. sog. „Verdoppelung“ festgestellt erscheint. Als solche seien gleich genannt:

1. *Primula floribunda* (9/18) × *verticillata* (9/18) mit dem $F_1$-Bastard *P. kewensis* (18), welcher einen $F_2$-Bastard (18/36) gibt, und reziprok *(P. v.* × *P. fl.* var. *isabellina)* mit dem fertilen $F_2$-Bastard *P. kewensis farinosa* (18/36); hingegen *P. floribunda* var. *isabellina* × *P. kewensis far.* mit $F_1$ (9/18) — nach DIGBY.
2. *Fragaria bracteata* (7/14) × *F. Helleri* (7/14) mit $F_1$-Bastarden von zweierlei zytologischer Konstitution (nämlich einige diploid 14, einer tetraploid 28, welcher eine ebensolche $F_2$ ergab) nach ICHIJIMA.
3. *Rosa pimpinellifolia* (14/28) × *R. tomentosa* (7/14) mit $F_2$ (21/42) — nach BLACKBURN und HARRISON.
4. *Nicotiana glutinosa* (12/24) × *N. tabaccum* (24/48) mit 36/72 chromosomiger $F_2$ — nach CLAUSEN und GOODSPEED.
5. *Raphanus sativus* (18/36) × *Brassica oleracea* (18/36) mit $F_1$ (36) und teils mit $F_1$ äußerlich identischer, jedoch tetraploider $F_2$ (72), teils intermediärer, *Raphanus*-ähnlicher triploider $F_2$ (54) — nach KARPETSCHENKO.
6. *Tr. turgidum* (14/28) × *Tr. villosum* (7/14) mit fast steriler $F_1$ (vermutlich 21 chromosomig) und fertiler, konstanter Deszendenz ab $F_2$ (vermutlich 21/42) — nach TSCHERMAK (zytologische Analyse jedoch noch nicht abgeschlossen!).

Bezüglich der „Diploidie“ der Bastarde von *Viola-*, *Papaver-*, *Datura-*Arten gleicher Chromosomenzahl genüge es, auf ROSENBERG zu verweisen.

Schon aus den angeführten Beispielen ist zu ersehen, daß eigentliche Diploidie oder Chromosomenverdoppelung nur bei fertilen konstanten Bastarden (ab $F_2$!) solcher Arten festzustellen ist, welche in der Chromosomenzahl gerade übereinstimmen.

Obzwar die Fälle von Bastarden zwischen Arten von verschiedener Chromosomenzahl bisher noch recht spärlich sind, sei es gestattet, heute schon diese Fälle mit den sog. tetraploiden Bastarden gleichzahliger Arten zusammenzufassen und eine Theorie der Chromosomenaddition zu entwickeln. Bekanntlich führt die Kopulation zweier normaler haploider Gameten derselben

Elementarform zur Bildung einer typischen diploiden $F_1$-Zygote, und zwar zur Vereinigung der beiden elterlichen Chromosomen-Halbsätze zu einem einheitlichen System, aus welchem wahrscheinlich Tochterchromosomen von musivischem Aufbau aus mütterlichen und väterlichen Anteilen hervorgehen. Derselbe Modus gilt für die Kopulation normaler haploider Gameten differenter Elementarformen bis zu einem gewissen Abstand im System. Hingegen unterbleibt bei Kopulation der haploiden Gameten, welche fernerstehenden Elementarformen bzw. Arten angehören, eine Vereinigung der beiden verschiedenartigen elterlichen Chromosomen-Halbsätze zu einem einheitlichen System; es erfolgt eine bloße Chromosomen-Addition ohne Eintreten einer Wechselbeziehung, die erzeugte $F_1$-Zygote ist eine di-haploide, keine wahrhaft diploide. Auch in den weiteren produzierten Zellen bleiben die mütterlichen und die väterlichen Kernanteile bzw. Chromosomen getrennt. Während im ersteren Falle eine funktionelle Vereinheitlichung des Kerns oder genomische Einkernigkeit eintritt, bleibt im letzteren Falle eine funktionelle Zweiteilung des Kerns oder genomische Doppelkernigkeit bestehen. Jeder der beiden elterlichen Kernanteile bzw. Chromosomensätze führt ein Sonderleben, nur in der Beeinflussung des Zytoplasmas und damit bezüglich der Realisierung der einzelnen Merkmale treten sie in Konkurrenz. Jene Eigentümlichkeit setzt sich auf sämtliche Abkömmlinge der bastardierten Eizelle ($F_1$-Zygote) fort; es werden in $F_1$ durchweg di-haploide somatische Zellen, d. h. mit je einer Haploidgarnitur rein mütterlicher und rein väterlicher Chromosomen (m + n) produziert. Einen grob anschaulichen Vergleich für ein solches Verhalten mag das lange Getrenntbleiben des mütterlichen und des väterlichen Kerns und damit die nachdauernde Doppelkernigkeit in den Furchungszellen des Eies gewisser Krebse (Kopepoden, speziell Cyclops nach HAECKER) abgeben. Die di-haploide $F_1$ mit (m + n) Chromosomen produziert nun — und darin pflichte ich, wie gesagt, ROSENBERG völlig bei — analoge di-haploide $F_2$-Gameten, indem eine Reduktion jeder der beiden Haploidgarnituren (m + n) auf die Hälfte $\left(\frac{m}{2} \text{ bzw. } \frac{n}{2}\right)$ auf Schwierigkeiten stößt, was bei ungeraden Haploidzahlen ohne weiteres verständlich erscheint. Dabei ist es prinzipiell gleichgültig, auf welchem Wege das Resultat eines Unterbleibens einer Reduktion der Chromosomenzahl erreicht wird. Bei unserer Annahme eines di-haploiden, nicht eines wahrhaft diploiden Charakters der $F_1$-Zygote ist ein solcher Effekt beinahe zu erwarten. Sind aber die von $F_1$ produzierten Gameten — ebenso wie die $F_1$-Zygote und ihre somatischen $F_1$-Abkömmlinge —

di-haploid $(m+n)$, so resultieren in typischen Fällen[1]) di-diploide $(2m+2n)$-$F_2$-Zygoten, di-diploide somatische $F_2$-Abkömmlinge einerseits, di-haploide $(m+n)$-$F_2$-Gameten andererseits, deren Vereinigung wieder di-diploide $(2m+2n)$-$F_3$-Zygoten liefert usw. Bei zufälliger Gleichheit der Chromosomenzahl beider Elternarten wird natürlich durch Vereinigung haploider Elterngameten $(m+m')$ der Anschein wahrer Verdoppelung $(2m)$ der Chromosomenzahl der $F_1$-Zygote statt bloßer Addition und damit der Anschein von karyologischer Gleichwertigkeit der Bastardzygote mit einer Reinzuchtzygote erweckt, während tatsächlich die letztere wahrhaft diploid, die erstere hingegen nur di-haploid ist, trotz äußerlicher Übereinstimmung in der Chromosomenzahl $([m+m']=2m)$. Analog imponieren die von $F_1$ produzierten Gameten als diploid $(2m)$ bei tatsächlicher Di-Haploidie $(m+m')$, die $F_2$-Zygote und ihre Deszendenten als tetraploid $(4m)$ bei tatsächlicher Di-Diploidie $(2m+2m')$, die von $F_2$ produzierten Gameten wieder als diploid bei tatsächlicher Di-Haploidie.

Rein beschreibend mag man von einer „Verdoppelung" der elterlichen Chromosomenhalbzahl in den Gameten (von $F_1$ ab) und einer solchen der elterlichen Chromosomenvollzahl in den Zygoten (von $F_2$ ab) sowie in den somatischen Zellen der Bastarde (von $F_2$ ab) sprechen und sie in Gegensatz stellen zur „Beibehaltung der einfachen elterlichen Chromosomenvollzahl" in der Zygote sowie in den somatischen Zellen von $F_1$ sprechen und sich über das Ausbleiben der Reduktion der elterlichen Vollzahl auf die typische Halbzahl bei der Produktion der Gameten in $F_1$ wundern; nach der kurz entwickelten Theorie der Chromosomenaddition erscheint all dies ohne weiteres verständlich. Übereinstimmung von zwei Arten in der Chromosomenzahl bildet weder eine Notwendigkeit noch auch eine Begünstigung für die Bildung eines Bastardes unter Chromosomenaddition. Auch die durch eine stattliche Reihe von Generationen erprobte Fertilität gewisser Artbastarde, speziell meiner *Aegilotricum*bastarde von $F_2$ ab, wird begreiflich, da erst bei Herstellung wahrer Diploidie, für beide elterlichen Chromosomengarnituren von der $F_2$-Zygote ab, die normale Vereinigung von zwei Chromosomen-Halbsätzen gleicher Art zu einem einheitlichen System und die normale Bildung musivischer Tochterchromosomen für jeden der beiden selbständigen Kernanteile isoliert möglich wird. Dieser Umstand ist wohl auch entscheidend für die Steigerung des Wachstums der di-diploiden Reihe von der $F_2$ ab zur *Gigas*form — im

1) Mit der obigen schematischen Darstellung will ich natürlich das Vorkommen atypischer Fälle (mit evtl. sekundärer Verminderung der Chromosomenzahl) keineswegs ausschließen.

Gegensatze zu der nicht seltenen Kümmerform der di-haploiden $F_1$, welche an das relativ bescheidene Wachstum von mono-haploiden Formen erinnert.

Nach dem Gesagten erscheint es berechtigt, bei den geschilderten Artbastarden mit intermediär-konstanter Vererbungsweise eine Addition der elterlichen Chromosomensätze, eine funktionelle oder genomische Doppelkernigkeit anzunehmen und die Artbastarde, speziell die fruchtbaren, als sexuelle oder „Kernchimären“ zu betrachten und den vegetativen Pfropf-Chimären gegenüberzustellen.

Die oben angeführten Spezialfälle fügen sich allem Anscheine nach ohne weiteres den Erwartungen, welche nach der Theorie der Chromosomenaddition zu hegen sind, wie die nebenstehende Tabelle zeigt.

Dazu sei noch folgendes Schema für die Addition der Chromosomen zu einer funktionellen, genomischen Doppelkernigkeit bei fertilen Artbastarden geboten.

SCHEMA DER CHROMOSOMEN-ADDITION BEI FERTILEN ARTBASTARDEN.

Kerne der Zygoten bzw. somatischen Zellen der Elternarten diploid.

Kerne der Gameten der Elternarten haploid.

Kern der $F_1$-Zygote bzw. der somatischen $F_1$-Zellen di-haploid.

Kerne der $F_1$-Gameten di-haploid.

Kern der $F_2$-Zygote bzw. der somatischen $F_2$-Zellen di-diploid.

Kerne der $F_2$-Gameten di-haploid.

Tabelle.

| Elternarten | | $F_1$-Zygoten sowie somatische Zellen der $F_1$-Bastarde | Gameten der $F_1$-Bastarde | $F_2$-Zygoten sowie somatische Zellen der $F_2$-Bastarde | Gameten der $F_2$-Bastarde |
|---|---|---|---|---|---|
| I (♀) | II (♂) | | | | |
| Chr.-Z. allgemeine Erwartung: m/2 m | n/2 n | (m + n) | (m + n) | (2 m + 2 n) | (m + n) |
| Spezialfälle: | | | | | |
| *Primula flor.* × *vert.* = *Pr. kewensis* 9/18 | 9/18 | 18 beob. | (18 erw.) | 36 beob. | 18 beob. |
| *Rosa pimp. fol* × *toment.* 7/14 | 14/28 | 21 beob. | (21 erw.) | 42 beob. | (21 erw.) |
| *Nicotiana glut.* × *tabacc.* 12/24 | 24/48 | 36 beob. | (36 erw.) | 72 beob. | 36 beob. |
| *Raphanus sat.* × *Brassica ol.* 18/36 | 18/36 | 36 beob. | (36 erw.) | teils 72 beob., teils 54 beob. | (teils 36 erw., teils 27 erw.) |
| *Fragaria bract.* × *F. Helleri* 7/14 | 7/14 | einige: 14 beob., einer: 28 beob. | (14 erw.) | 28 beob. | (14 erw.) |
| *Aegilops ovata* × *Triticum dicoccoides* 14/28 | 14/28 | (28 erw.) | (28 erw.) | 56 ($F_5$) beob. | 28 beob. |
| *Aeg. ov.* × *Tr. durum* 14/28 | 14/28 | (28 erw.) | (28 erw.) | 56 ($F_6$) beob. | 28 beob. |
| *Aeg. ov.* × *Tr. turgidum* 14/28 | 14/28 | (28 erw.) | (28 erw.) | (56 erw.) | (28 erw.) |
| *Aeg. ov.* × *Tr. comp. turg.* 14/28 | 14/28 | (28 erw.) | (28 erw.) | (56 erw.) | (28 erw.) |
| *Aeg. ov.* × *Tr. amyl. dicocc.* 14/28 | 14/28 | (28 erw.) | (28 erw.) | (56 erw.) | (28 erw.) |
| *Aeg. ov.* × *Tr. monococcum* 14/28 | 7/14 | (21 erw.) | (21 erw.) | (42 erw.) | (21 erw.) |
| *Aeg. ov.* × *Tr. vulgare* 14/28 | 21/42 | (35 erw.) | (35 erw.) | (70 erw.) „ungefähr 50" beobachtet | (35 erw.) |
| *Tr. turg.* × *Tr. villosum* 14/28 | 7/14 | (21 erw.) | (21 erw.) | (42 erw.) | (21 erw.) |

Die Theorie der Chromosomenaddition oder Kernchimärie gestattet auch die kurze Formulierung folgender allgemeiner Erwartungen für das karyologische Verhalten bei neuerlicher Kreuzung fertiler Artbastarde a) mit einer Elternart, b) mit einer fremden Art, c) mit anderen uniparental oder biparental verschiedenen Artbastarden —

| | Gamete | | $F^1$-Zygote | $F^1$-Gameten | Zygote bei Selbstbefruchtg. |
|---|---|---|---|---|---|
| nämlich im Falle a: | I<br>(m + n)<br>di-haploid | II<br>m oder n<br>haploid | (2m + n) oder (m + 2n)<br>haplo-diploid | (m + n)<br>(m + n)<br>di-haploid | (2m + 2n)<br>(2m + 2n)<br>di-diploid |
| im Falle b: | (m + n)<br>di-haploid | o<br>haploid | (m + n + o)<br>tri-haploid | (m + n + o)<br>tri-haploid | (2m + 2n + 2o)<br>tri-diploid |
| im Falle $c_1$: | (m + n)<br>di-haploid | (m + o)<br>di-haploid | (2m + n + o)<br>dihaplo-diploid | (m + n + o)<br>tri-haploid | (2m + 2n + 2o)<br>tri-diploid |
| im Falle $c_2$: | (m + n)<br>di-haploid | (o + p)<br>di-haploid | (m+n+o+p)<br>tetra-haploid | (m+n+o+p)<br>tetra-haploid | (2m+2n+2o+2p)<br>tetra-diploid |

Daneben erscheint allerdings ein Hervorgehen „diploider“ Deszendenten bei Rückkreuzung von Artbastarden mit einem der Stammeltern oder einer nahe verwandten Form ebenso möglich, wie das Eintreten von „Spaltungen“ in $F_2$, wie sie speziell KARPETSCHENKO an den Bastarden von *Raphanus* mit *Brassica* beschrieben hat. Zytologische Angleichung an die Stammarten — wie sie beispielsweise bei Rückkreuzung *Primula floribunda isabellina* (9/18) × *Pr. kewensis* [mit 36 Chromosomen — aus *Pr. floribunda* (9/18) × *verticillata* (9/18)] mit dem Ergebnis von 9/18 Chromosomen beobachtet wurde (DIGBY) — dürfte am ehesten dadurch zustande kommen, daß beim Zusammentreffen einer (m + n) Gamete und einer m- bzw. n-Gamete, also bei scheinbarer Triploidie die homologen Chromosomengarnituren verschmelzen, und eine di-haploide Zygote (m + n) analog der $F_1$ resultiert. Andererseits begünstigt in einer dauernd scheinbar triploiden, richtiger haplo-diploiden Zygote (2m + n) der Doppelbesitz des einen Halbsatzes gegenüber dem bloß einfachen Besitz des andersartigen Halbsatzes jedenfalls die Realisierung der Merkmale der einen Elternart, die phaenotypische Angleichung des Bastards an diese sowie die Fertilität des Bastards. Die

Angleichung eines Bastards an die eine Elternart kann bei Rückkreuzung bekanntlich bis zur phaenotypischen wie chromosomischen Übereinstimmung führen ($F'_2$ aus $F_1$ [*Crepis tectorum* × *C. alpina*] × *C. alpina* nach NAWASCHIN). Endlich ermöglicht die Vorstellung einer bloßen Addition der Chromosomen zweier Arten, bzw. einer Kernchimärie das Verständnis für das gelegentliche Vorkommen vegetativer Spaltungen, d. h. für eine gelegentliche vollständige Trennung beider Kernanteile und ihre Aufteilung auf rein mütterliche oder rein väterliche somatische Zellen. In der Natur vorgefundene Chimären, beispielsweise *Cytisus Adami*, könnten sehr wohl aus sexuellen oder Kernchimären durch vegetative Separation hervorgegangen sein, also wahre Mosaikbastarde sein. Ja, es ist selbst mit dem Extremfall zu rechnen, daß ein Artbastard (von $F_2$ ab) sogar rein väterliche oder rein mütterliche mono-haploide Gameten produziert, so daß bei Vereinigung solcher ein vollständiger „Rückschlag" in eine der beiden Stammarten eintreten würde. Was schließlich die eventuellen „Spaltungen" in $F_2$ anbelangt, so liegt ihnen am ehesten eine Bildung zweier Arten von Gameten seitens der $F_1$-Bastarde, nämlich di-haploider (m + n) und mono-haploider (m) (oder eine sekundäre, nachdauernde Verschmelzung eines Paares der Halbsätze gleicher Art in der Zygote) zu Grunde, so daß — neben den di-diploiden, scheinbar tetraploiden (2 m + 2 n)-$F_2$-Zygoten — auch haplo-diploide scheinbar triploide (2 m + n)-$F_2$-Zygoten resultieren. Die Annäherung der bezüglichen Individuen an die Mutterart *Raphanus* ist offenbar auf Prävalenz bzw. Diploidie der *Raphanus*chromosomen (2 m gegenüber n) zu beziehen.

Natürlich ergibt sich auch die Frage, ob nicht gewisse, scheinbar originäre, fruchtbare Arten, speziell Kulturformen, durch Bastardierung aus chromosomenärmeren unter Chromosomenaddition bzw. Kernchimärie entstanden sein könnten. In typischen Fällen (ohne sekundäre Verminderung der Chromosomenzahl) wäre in einem solchen Falle — entsprechend (2 m + 2 n) — eine mindestens durch 2, bei Geradzahligkeit beider Elternarten eine mindestens durch 4 teilbare Zahl in den Zygoten von $F_2$ an zu erwarten.

Die hier kurz entwickelte Theorie der Chromosomenaddition oder Kernchimärie (im Sinne einer genomischen Doppelkernigkeit) bei Artbastarden dürfte sich als recht fruchtbar erweisen.

## 30. Einar Naumann: Über morphologisch bzw. physiologisch bestimmbare Eisenbakterien.

(Eingegangen am 18. März 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Meine Untersuchungen über die Eisenorganismen Schwedens, die sowohl methodologisch wie systematisch wesentlich neue Wege betreten haben[1]), sind bekanntlich von CHOLODNY wiederholt angegriffen worden[2]). Da indessen CHOLODNY, soweit aus seinen Schriften ersichtlich, niemals meine Arbeitsweise praktisch innerhalb eines typischen Eisengebiets geprüft hat, so entbehren seine Angriffe leider nach wie vor jeder tatsächlichen Unterlage.

Trotzdem habe ich auf den ersten Angriff CHOLODNYs kurz geantwortet; aber erst nach mehrjähriger Arbeit und auf Grund eines neuen Tatsachenmaterials[3]). CHOLODNY war aber nun wiederum zu einem neuen Angriff bereit — und zwar umgehend, wiederum ohne eine tatsächliche Begründung zu geben[4]).

Da CHOLODNYs letzte Mitteilung also wiederum keine neuen Tatsachen bringt, so finde ich es im großen und ganzen nicht erforderlich, hier darauf weiter einzugehen. Nur eine Frage scheint mir einer weiteren Auseinandersetzung wert. Sie betrifft die von mir — natürlich nur von rein praktischen Gesichtspunkten aus — vorgenommene Gruppierung der eisenfällenden (und -speichernden) Bakterien auf die zwei Gruppen: morphologisch bzw. physiologisch bestimmbare Typen. Ich werde im folgenden auf Grund neuer Tatsachen zeigen, daß diese Gruppierung aufrecht erhalten werden muß.

### 1. Morphologisch bestimmbare Typen.

Hierher habe ich alle derartigen Eisenbakterien gestellt, die auf Grund ihres morphologischen Baues ohne weiteres nach Gattung und Art bestimmt werden können. Das sind erstens die alten klassischen Eisenbakterien, die einfach durch eine mikroskopische Prüfung von Ockerabsätzen nachgewiesen werden können, weiter die speziellen Formen des Aufwuchses (*Siderocapsa* usw.), die zuerst

---

1) K. Sv. Vetenskapsakademiens Handlingar. **56.** Stockholm 1922.
2) Vgl. insbes. Die Eisenbakterien. Jena 1926.
3) Diese Berichte **46.** 1928.
4) Diese Berichte **46.** 1928.

MOLISCH[1]) auffand, und endlich eine Reihe von Formen, die erst durch die von mir eingeführte Methode der Aufwuchsträger leicht genug erhalten werden können.

Die Möglichkeit der morphologischen Bestimmung hört natürlich mit abnehmender morphologischer Differenzierung auf. Stäbchen, die in energisch eisenspeichernden voluminösen Gallerthüllen leben, — meine Gattung *Siderocystis* — sind z. B. noch den morphologisch bestimmbaren Typen einzureihen. Dahingegen stehen wir z. B. bei gewissen Stäbchen, die in ihren Membranen Eisen anreichern, — meine Gattung *Siderocbacter* — vor Typen, die wohl nur z. T. als morphologisch bestimmbar aufgefaßt werden können.

Mit abnehmender Größe wird auch die Bestimmung immer schwieriger. Schließlich gelangen wir dann zu kleinen an Kokken erinnernde Bildungen, die oftmals in einer braungelben Einfassung einen hellen Kern erkennen lassen. Dieser Kern kann oftmals mit den gewöhnlichen Farbstoffen gefärbt werden.

Nichtsdestoweniger bin ich der Auffassung, daß derartige Bildungen nicht ohne weiteres als Bakterien bezeichnet werden dürfen. Auf dem kritischen Grund, auf dem ich stehe, kann ich im allgemeinen nur eine physiologische Probe als hierbei ausschlaggebend anerkennen. Nur auf derartigem Grund kann also erstens mit Sicherheit erkannt werden, ob die in Frage stehenden Organismen wirklich Bakterien sind oder nicht. Eine zweite Aufgabe wird dann ihre nähere Bestimmung als Gattung und Art.

## 2. Physiologisch bestimmbare Typen.

Die Existenz eisenfällender Bakterien, die nicht in den Bereich der früher bekannten und auf Grund ihrer Morphologie als Gattung und Art bestimmbaren Formen fallen, ist längst bekannt[2]). Sie repräsentieren verschiedene physiologische Gruppen.

Eine von diesen Gruppen ist in der Natur weit verbreitet. Sie läßt sich leicht dadurch anreichern, daß man zum Wasser des Standortes 0,5 % Ferriammoniumcitrat zufügt[3]). Derartige Proben werden nach Wochen — oder Monaten — zuerst trüb, flocken dann z. T. allmählich vollständig aus. Zur Isolierung der Bakterien gießt man Agar-Platten nach meiner Erfahrung am einfachsten mit Wasser des Standortes, versetzt mit 0,5 % Ferriammoniumcitrat.

1) Die Eisenbakterien. Jena 1910.

2) Betreffs Literatur vgl. I. M. LEWIS Cbl. f. Bakt. 2. Abt. 75. 1928.

3) Vgl. E. C. HARDER, Iron-Depositing Bacteria and their Geologic Relations. U. S. A. Geol. Survey. 113. 1919. H. MOLISCH, Pflanzenbiologie in Japan. Jena 1926.

Auf derartigen Platten entwickeln sich eine Menge verschiedener Bakterien.

Sie haben aber alle — so weit meine bisherigen Erfahrungen reichen[1]) — einen gemeinsamen Charakter: Sie sind nicht auf Grund ihrer Morphologie als Gattung und Art näher bestimmbar.

Das ist aber ihr einziger gemeinsamer Charakterzug. Im übrigen sind sie sehr verschieden. Folgende Typen treten auf:

1. Bakterien, welche Eisenhydroxyd unter den gegebenen Bedingungen nicht zur Ausfällung bringen.

2. Bakterien, welche Eisenhydroxyd — oft sehr energisch — zur Ausscheidung bringen. Dahin gehören zwei Typen:

a) Bakterien, die das Eisenhydroxyd in ihren Membranen anreichern, und zwar oft sehr energisch[2]).

b) Bakterien, die das Eisenhydroxyd in ihren Membranen nicht anreichern.

Diese beiden leztgenannten Typen sind natürlich — ökologisch beurteilt — als Eisenbakterien s. lat. zu bezeichnen. Aber nur die eisenanreichernden unter ihnen zeigen ein Verhalten, das äußerlich mit dem der Eisenbakterien im geläufigen Sinne des Wortes zu vergleichen ist.

### 3. Ausblick.

Die Rolle der morphologisch bestimmbaren Eisenbakterien — und besonders der eisenspeichernden Formen — im Kreislauf des Eisens ist seit langem Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Wir wissen deshalb auch recht genau, in welcher Ausdehnung sie z. B. bei der Genesis der Ockerablagerungen, bei der Enteisenung des Grundwassers usw. beteiligt sind[3]).

Die nur physiologisch bestimmbaren Eisenbakterien sind aber in weit geringerem Maße Gegenstand des Interesses gewesen.

In Einzelheiten ist auch die Bedeutung dieser Organismen noch unbekannt. Soweit ich sehen kann, dürften sie aber unter Umständen eine erhebliche Rolle spielen. Um einige Beispiele in dieser Richtung anzuführen, sei besonders auf folgende Verhältnisse hingewiesen.

---

1) Die hier als Beispiel angeführte Probe wurde mit Material aus dem bekannten Erz-See Stråken bei dem Limnologischen Laboratorium Aneboda, Provinz Småland, Südschweden, angesetzt.

2) Es handelt sich hier um kleine Stäbchen bzw. Kokken. Die jungen Individuen sind blaß, ältere gelbbraun. Durch eine mikrochemische Analyse auf $Fe^{III}$ läßt sich leicht zeigen, daß dieser Farbenwechsel von einer zunehmenden Eisenanreicherung abhängt. Sie verläuft allmählich während des Lebens der Bakterien. Noch stark gelbbraun gefärbte (also reichlich mit Eisenhydroxyd inkrustierte) Formen wurden in Teilungsstadien gefunden.

3) Siehe H. MOLISCH, Die Eisenbakterien. Jena 1910.

1. Bei der Ausfällung des Eisens aus dem freien Wasser der Seen eisenreicher Gebiete dürften diese Bakterien in großem Maßstab mitbeteiligt sein.

Dieses Enteisen der Seen der kalkarmen Urgebirgsgebiete stellt überhaupt eine interessante, allerdings noch sehr wenig studierte Parallelerscheinung zu dem Entkalken der Seen der Kalkgebirgsgebiete dar.

2. Eine wesentliche Rolle dürften sie weiter bei Entstehung des Ockerschlamms, worin die Seeerze entstehen, spielen.

3. Dasselbe gilt für allerlei Ockerabsätze auf sumpfigem Boden, die z. T. zur Entstehung der Sumpferze führen.

4. Auch in praktisch-technischer Hinsicht dürften sich diese Bakterien geltend machen, und zwar vor allem in derartigen Wasserleitungen, wo eine energische Ausfällung des Eisens stattfindet, ohne daß morphologisch bestimmbare Eisen-Organismen dabei nachgewiesen werden konnten.

Bei allen diesen Prozessen entstehen fein granulierte Niederschläge. Wie ich in meinen Publikationen stets hervorgehoben habe, darf man derartige Bildungen — auch wenn sie einen färbbaren Kern erkennen lassen! — nicht ohne weiteres als Bakterien bezeichnen. Einen wirklichen Beweis liefert hier nur die Zucht auf künstlichem Substrat.

Die Methoden zum Studium der nur physiologisch nachweisbaren Eisenbakterien müssen selbstverständlich noch in verschiedener Richtung hin wesentlich ausgebaut werden.

Auf dem Gebiet der morphologisch bestimmbaren Eisenbakterien liegt aber die Methode schon seit mehr als zehn Jahren klar durchgearbeitet vor[1]). Was hier dann vor allem als erforderlich bezeichnet werden muß, ist ein eingehendes Studium der Formen auf dem regionalen Grund[2]), das für so viele andere Erscheinungen des Lebens im Süßwasser neue Wege der Forschung geöffnet hat.

Lund, Botan. Lab. der Universität, im Frühjahr 1929.

---

1) Siehe E NAUMANN, K. Sv. Vetenskapsakademiens Handlingar. 56. Stockholm 1922.

2) Vgl. E. NAUMANN. Int. Revue der Hydrobiologie. 12. 1929.

## 31. Bruno Schussnig: Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen.

(II. Mitteilung.)

(Eingegangen am 5. April 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

---

Im 7. Heft des Jahrgangs 1928 dieser Berichte habe ich kurz über einige Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Meeressiphoneen berichtet, die ich im vergangenen Jahr mit Unterstützung der „Rockefeller-Foundation“ an der Zoologischen Station in Neapel ausgeführt habe. In dieser ersten Mitteilung, die ich Mitte Juli abfaßte, konnte ich nur eine vorläufige Übersicht meiner Forschungsergebnisse geben, soweit eben meine Erfahrungen bis dahin reichten. Mein Aufenthalt in Neapel dauerte noch bis Ende Oktober, so daß ich noch Gelegenheit hatte, eine ganze Reihe von weiteren Beobachtungen zu machen, weitere Materialien zu sammeln, sowie Kulturen anzulegen, die ich dann in Wien weiterzog und die mir ganz wesentliche Dienste erwiesen haben. Im Laufe der 9 Monate meines Neapeler Aufenthaltes konnte ich meine Untersuchungen auf folgende Gattungen erstrecken: *Cladophora* (mehrere Arten), *Anadyomene, Valonia, Bryopsis, Codium, Halimeda, Udotea, Caulerpa* und *Acetabularia.* Von dieser letzteren Gattung entdeckte ich auf den „Sirenen-Inseln“ (I Galli), im Golfe von Salerno, eine neue Art, die nicht nur für das Mittelmeer bisher unbekannt war, sondern überhaupt mit keiner der bisher beschriebenen Arten übereinstimmt. Ich werde diese Pflanze an anderer Stelle genauer beschreiben; da ich sie jedoch in dieser vorliegenden Mitteilung aus anderen Gründen weiter unten erwähnen muß, so will ich den von mir geprägten Namen gleich hier anführen: ich habe sie *Acetabularia Wettsteinii* genannt[1]). Dagegen gelang es mir trotz eifrigster Bemühung sowohl meinerseits, als auch seitens des Fischerpersonals der Station nicht, ein geeignetes Material von *Dasycladus* und *Derbesia* zu bekommen, so daß ich die Untersuchung dieser zwei Gattungen auf einen späteren Zeitpunkt verschieben muß. Auch bei der Gattung *Udotea* waren alle meine Bemühungen, Fortpflanzungsorgane zu finden wie auch diese Alge in Kultur zu nehmen, vollkommen ergebnislos. Es ist dies somit die einzige Siphonee, von der wir

---

1) Zu Ehren meines Lehrers und Vorstandes, Herrn Hofrat Prof. Dr. Richard von Wettstein.

die Fortpflanzung noch nicht kennen, nachdem es mir, unabhängig von der ungefähr gleichzeitig erfolgten Feststellung durch DOSTÁL, gelungen ist, die Fortpflanzung durch zweigeißelige Schwärmer auch bei *Caulerpa* zu entdecken.

Die Zeit seit meiner Rückkehr verbrachte ich hauptsächlich damit, einerseits die mitgenommenen Kulturen unter möglichst günstigen Bedingungen zu halten, und andererseits mich über die wichtigsten zytologischen Vorgänge in den Fortpflanzungsorganen der einzelnen Gattungen zu orientieren. Ich will zunächst über die Kulturen berichten.

Um die mitgenommenen lebenden Materialien sachgemäß weiterzüchten zu können, richtete ich mir in einem Raum im alten Gebäude des Botanischen Institutes eine Kulturkammer ein, die im wesentlichen folgendermaßen eingerichtet ist: Ueber dem Tisch, wo die Schalen und Wannen aufgestellt sind, hängt eine 500-Watt-Vertex-Lampe in 80 cm Entfernung vom Tisch. Die Lampe ist an eine Schaltuhr angeschaltet, die eine regelmäßig intermittierende Belichtung ermöglicht, und zwar in den Wintermonaten 12, jetzt 14 Stunden lang (von 5 Uhr früh bis 7 Uhr abends). 70 cm über der Tischfläche ist eine Kuvette angebracht (50/70 cm), durch die ständig Wasser fließt, um die Wärmestrahlen der Lampe im darunterliegenden Raum abzuhalten. Das Kühlwasser passiert vor dem Eintritt in die Kuvette einen mit Glaswolle und Sand gefüllten Filter, um die Ansiedlung von Chlorellen in der Kuvette hintanzuhalten. Die untere Scheibe der Kuvette ist, um ein gleichmäßig diffuses Licht zu bekommen, matt. Eine elektrische Durchlüftungsanlage der Firma MIEHE in Hildesheim besorgt die ständige Luftzufuhr und Bewegung des Wassers in den Kulturwannen, was für das Gedeihen der Kulturen außerordentlich wichtig ist. Der Kulturraum selbst wurde den ganzen Winter hindurch mit einem elektrischen Ofen beheizt, womit eine Temperatur von durchschnittlich 16—18 Grad Celsius erreicht wurde. Hervorheben möchte ich noch, daß im Kulturraum kein Leuchtgas vorhanden ist und auch niemals damit gearbeitet wurde[1]).

Als Kulturflüssigkeit verwende ich natürliches Seewasser, das ich vor dem Gebrauch durch eine BERKEFELD-Kerze filtriere; mit diesem keimfreien Seewasser stelle ich mir dann die SCHREIBERsche

---

1) Die Möglichkeit zur Einrichtung dieser Kulturkammer verdanke ich dem Verständnis und dem Entgegenkommen meines verehrten Chefs, der mir vom Unterrichtsministerium wie auch von privater Seite die erforderlichen Geldmittel zur Verfügung stellte. Ich möchte nicht verabsäumen, ihm auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen.

Seewassernährlösung her, die ich schon in Neapel und auch jetzt in Wien mit sehr gutem Erfolg verwendet habe. Solcherart bin ich in der Lage, die Kulturen unter möglichst gleichmäßigen Bedingungen zu ziehen, da der Licht- und Temperaturfaktor nahezu konstant ist, und auch in bezug auf die Nährflüssigkeit dürften die Außenbedingungen im großen und ganzen gleichartig bleiben. Ich will noch zum Schluß erwähnen, daß es mir in den vergangenen Wintermonaten in erster Linie darum zu tun war, die Materialien am Leben zu erhalten, bzw. die Bedingungen auszuforschen, unter denen sie am günstigsten gedeihen können. Das ist mir denn auch gelungen, denn die Algen wachsen darin sehr gut, und ich konnte z. B. bei *Valonia utricularis* und bei einer spontan aufgetretenen *Enteromorpha* in den letzten Wochen sogar das Ausschwärmen erzielen. Die weitere Aufgabe besteht nun darin, die einzelnen Formen zu isolieren, um sie in Reinkultur zu nehmen, wie auch um mit ihnen experimentieren zu können. Auf einen Umstand möchte ich aber doch noch hier aufmerksam machen, der für das Gelingen von Meeresalgenkulturen ausschlaggebend ist. Wenn man eine vom Substrat losgerissene Meeresalge, gleichgültig welcher systematischen Gruppe, in ein Kulturgefäß stellt, so geht sie über kurz oder lang ganz sicher zugrunde. Meeresalgen kann man nur dann mit Erfolg züchten, wenn man sie entweder mit einem kleinen Stück der Substratunterlage einsammelt oder, und das ist noch weit besser, wenn man die Sporen in den Kulturgefäßen aussät bzw. einfängt. Man verfährt am zweckmäßigsten in der Weise, daß man Objektträger aussetzt und diese nach einigen Wochen wieder heraufholt und in die Kulturschalen legt. Die Sporen resp. Keimlinge, die sich von selbst auf den Objektträgern festgesetzt haben, wachsen leicht heran, und man kann dann fertige Pflanzen bekommen. Denselben Vorgang kann man auch in den Kulturschalen selbst wiederholen, indem man am Rande der Kulturschalen Objektträger aufstellt, die man dann, sobald sich Sporen oder Keimlinge darauf angesiedelt haben, in Schalen mit hohem Wasserstand legt. Was ich hier erwähne, ist eine langjährige Erfahrung von mir, und ich glaube daher, daß es nicht unangebracht ist, wenn ich sie in diesem Zusammenhange mitteile.

Abgesehen von diesen rein technisch-kulturellen Versuchen befaßte ich mich in den verflossenen Monaten mit der Zytologie der in Neapel fixierten Objekte, wobei ich mein Hauptaugenmerk auf die Gattung *Cladophora* lenkte. Der Stand meiner Untersuchungen, die ich noch in Neapel ausgeführt hatte, war der, daß ich bei einer Reihe von *Cladophora*-Arten in den Sporangialzellen die Reduktions-

teilung mit Sicherheit festgestellt hatte. Weiter war es mir schon damals gelungen, nachzuweisen, daß die in den Sporangien erzeugten (haploiden) Schwärmer nicht miteinander kopulierten, sondern daß sie sich festsetzten und langsam zu Keimlingen auswuchsen. Ich äußerte daher schon in meiner ersten Mitteilung die Vermutung, daß aus diesen Schwärmern Gametophyten hervorgehen müssen, wobei ich die Frage offen lassen mußte, ob diese Gametophyten die Größe einer normalen *Cladophora*pflanze erreichen (Typus *Dictyota* oder *Polysiphonia*), oder ob sie viel kleiner als die Sporophyten bleiben (Typus *Laminaria*).

Nachdem die Sporenkeimlinge, die ich in Kulturschalen hielt, während des Sommers eine Ruheperiode durchmachten — was den natürlichen Verhältnissen im Freien durchaus entspricht, denn ich konnte in den Sommermonaten fast keine Cladophoren finden —, so lag es nahe, zu vermuten, daß im Herbst eine neue Vegetationsperiode auftreten wird. Da weiter in den Frühjahrsmonaten fast durchweg Sporophyten zur Beobachtung gelangten, so erwartete ich im Herbst das Auftreten der Gametophyten. Alle diese Vermutungen wurden auch tatsächlich bestätigt, und ich will im folgenden ganz kurz über die wichtigsten Daten berichten.

Ich lenkte in erster Linie meine besondere Aufmerksamkeit auf jene *Cladophora*, bei der ich den Vorgang der Reduktionsteilung schon während der Frühjahrsmonate des vergangenen Jahres genau verfolgt hatte und die ich in meiner ersten Mitteilung provisorisch mit der Protokollnummer 43 bezeichnet hatte. Es ist das *Cladophora Suhriana*, die ich im vergangenen Frühjahr auf einer, bei Ebbe freistehenden Klippe vor der „Grotta del Tuono" am Posilipp gesammelt hatte. Der Umstand, daß die zytologischen Verhältnisse infolge der relativ großen Zellkerne leicht kontrollierbar waren, wie auch der Standort leicht übersehbar war, führten mich dazu, gerade diese Art zur Lösung der noch unbeantworteten Fragen heranzuziehen. Ich besuchte regelmäßig während meines ganzen Aufenthaltes den angegebenen Standort und konnte mich dabei überzeugen, daß während der Sommermonate die Art vollständig verschwunden war. Erst Anfang Oktober trat an derselben Stelle ein neuer Aufwuchs auf in Gestalt eines etwa 1—1½ cm hohen Rasens. Der Bau der Chromatophoren wie auch die Art der Verzweigung dieser allerdings viel kleineren Exemplare überzeugten mich sofort, daß mir dieselbe Art wie im Frühjahr vorlag. Es fiel mir dabei auch auf, daß diese Exemplare, trotz ihrer bedeutend geringeren Größe, Schwärmer entwickelten. Da dieser Fund in die letzte Zeit meines Neapeler Aufenthaltes fiel, so konnte ich die

zytologische Untersuchung dieses Materials — von dem ich auch lebendes Material nach Wien mitgenommen habe und jetzt noch lebend besitze — erst hier in Wien vornehmen. Das Material wurde am Tage des Einsammelns fixiert, und zwar vom Vormittag bis in die Morgenstunden des nächsten Tages, so daß ich in den Fixierungen, die ich in den Nachtstunden zwischen 1 und 4 Uhr vorgenommen habe, eine große Menge von somatischen Kernteilungen beobachten konnte. Ich erkannte somit auch in der Zahl und in den gegenseitigen Größenverhältnissen der Chromosomen die Art wieder und es gelang mir auch festzustellen, daß es zweierlei Gametophyten gibt, nämlich solche mit 6 und solche mit 7 Chromosomen, wie das aus den Vorgängen bei der Reduktionsteilung zu erwarten war. Es bestätigt sich somit meine bei der Auffindung des X-Chromosoms aufgestellte Vermutung, daß die Gametophyten geschlechtlich differenziert sind, was eben am deutlichsten aus ihrem verschiedenen Chromosomensatze hervorgeht. Es sind also Gametophyten mit 6 (haploide Zahl) und solche mit 6 + 1 X-Chromosomen in ihren Kernen.

Ob die Gametophyten bei dieser Art immer um so viel kleiner sind als die Sporophyten (letztere waren etwa 8—10 cm hoch), kann ich nicht mit Sicherheit behaupten, denn gerade zu der Zeit, wo diese Gametophyten im Herbst aufgetreten sind, lief mein Urlaub ab, und ich mußte daher Neapel verlassen. Daß die mitgenommenen Exemplare in den Kulturschalen nicht viel größer wurden, ist kein sicherer Anhaltspunkt, weil die Bedingungen in den künstlichen Kulturen, wenn man sie noch so optimal herstellt, doch nie den natürlichen Verhältnissen entsprechen. Dazu kommt noch der Umstand, daß das Material schon am natürlichen Standort sehr stark mit einem parasitischen Pilze infiziert war. Schließlich ist noch zu bedenken, daß diese Gametophyten am Schlusse der Vegetationssaison aufgetreten sind, und daß sie daher auch aus diesem Grunde möglicherweise kleiner geblieben sein können. Jedenfalls steht für diese Art nunmehr fest, daß der Gametophyt von makroskopischer Größe ist, und daß der Habitus, wenn auch in etwas verkleinertem Maßstabe, ungefähr das Bild des Sporophyten wiederholt. Dies gilt vornehmlich vom Bau des Chromatophors und von der Verzweigungsart; die Maße sind natürlich verschieden.

Ein weiterer Standort, den ich sowohl wegen seiner Nähe von der Station als auch wegen der Formenfülle stets im Auge behielt, war der Privathafen der Villa Rendell, ebenfalls am Ufer des Posilipps gelegen. Hier sammelte ich an der Westmauer im

Frühjahr eine *Cladophora,* die zu jener Zeit sehr üppig entwickelt war. Im Sommer jedoch verschwand sie vollständig und war auch im Oktober nicht wieder aufgetreten. Der Stationsfischer ANIELLO — die wichtigste Stütze für den in Neapel arbeitenden Botaniker —, der den Standort ebenfalls seit vielen Jahren sehr genau kennt, versicherte mir auf meine wiederholten Anfragen, daß im Herbst und Winter *Cladophora* dort nicht wächst, und daß sie erst im Frühjahr regelmäßig auftritt. Trotzdem suchte ich die ganze Mauer während des ganzen Sommers auf das genaueste ab, speziell aber im Monat Oktober, jedoch ohne Erfolg. Anfang Oktober legte ich im Rendell-Hafen Objektträger aus, in der Hoffnung, Keimlinge der damals üppig ausschwärmenden *Caulerpa* zu bekommen. Nach drei Wochen ließ ich die Vorrichtung herausholen und zu meiner größten Überraschung waren zahlreiche *Cladophora*-Keimpflänzchen darauf aufgegangen. Diese Individuen sind 8—12 mm hoch gewesen, nur spärlich verzweigt, und merkwürdigerweise bildeten sie schon Schwärmer. Wie sich nachträglich herausstellte, ist das nicht dieselbe Art, die ich im Frühjahr sammelte, sondern ich vermute, daß es sich um junge Pflanzen von *Cladophora repens* handelt. Diese meine Vermutung gründet sich hauptsächlich auf den Bau und die Gestalt der Chromatophoren, die bei dieser Art in Form von ziemlich großen und selbständigen Scheiben auftreten. Wie gesagt, schwärmten diese winzig kleinen Exemplare schon kräftig aus, und nach der Durchfärbung stellte es sich zu meinem nicht geringen Erstaunen heraus, daß ich beide Generationen, d. h. Sporophyten und Gametophyten von derselben Art, vor mir hatte. Leider ist die Zahl dieser Pflanzen sehr gering, zumal mir eine Tube mit vier bewachsenen Objektträgern beim Transport der Materialkiste zerbrochen wurde. Ich konnte aber trotzdem mit aller Sicherheit in den Sporangien die Synapsiskerne feststellen; weitere Stadien kamen mir bisher noch nicht zu Gesicht, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß ich infolge des geringen Materials nur eine einzige Fixierung vornehmen konnte und die Stadien der heterotypen Kernteilung ziemlich synchron verlaufen. Dagegen konnte ich in den Gametophyten, speziell in den Gametangienzellen, zahllose Kernteilungen in allen Phasen beobachten, und hier konnte ich auch die Chromosomenzahl feststellen. Sie beträgt hier 4 bzw. 4 + X, denn auch diese Art hat, wie ich aus den Prophasen der heterotypen Teilung entnehmen konnte, ein X-Chromosom, welches im Aussehen und Auftreten durchaus mit dem von *Cladophora Suhriana* übereinstimmt. Das X-Chromosom in den somatischen Kernteilungen des Gameto-

phyten dieser Art ist morphologisch sehr deutlich von den Autosomen verschieden, d. h. es fällt vor allem durch seine besondere Größe gegenüber den anderen auf[1]).

Ich habe an diesem Material, da mir vollständige und dabei sehr kleine Exemplare zur Verfügung standen, genaue Messungen vorgenommen und zwar an den Zellen und an den Zellkernen. Der Unterschied zwischen den Maßen der Zellen des Sporophyten und Gametophyten sind ganz bedeutend, was sich vor allem in einer ganz deutlichen habituellen Verschiedenheit der beiden Generationen ausdrückt. Doch besagen diese Messungen nicht viel, weil die Größenverhältnisse der Zellen an und für sich stark variabel sind. Dagegen ergaben die Messungen an den Kernen das Durchschnittsverhältnis von 1 : 1,8 zwischen den längsten Durchmessern der Kerne des Gametophyten und Sporophyten; also ein Verhältnis, das ganz gut mit der doppelten Chromosomenmenge übereinstimmt.

Aus diesen Beobachtungen, die ich hier nur im Auszuge mitteile und wofür ich in der Gesamtbearbeitung alle Belege bringen werde, geht nunmehr mit Sicherheit hervor, daß bei *Cladophora* ein typischer antithetischer Generationswechsel vorhanden ist. Da beide Generationen zumindest von makroskopischem Aussehen sind, so entspricht das ungefähr dem Typus *Dictyota* bzw. *Polysiphonia*. Aus den zytologischen Ergebnissen stellt sich weiterhin die Tatsache heraus, daß die Gametophyten geschlechtlich differenziert sein müssen, oder mit anderen Worten, daß die Gametophyten diözisch sind. Ich hoffe auf Grund meiner Kulturen von den von mir untersuchten Arten dafür auch den experimentellen Beweis erbringen zu können.

Ein weiterer Typus unter den Siphoneen, der mich besonders interessierte, ist die Gattung *Acetabularia*. Ich untersuchte in der letzten Zeit die von mir neu entdeckte *Acetabularia Wettsteinii*, und zwar aus einem bestimmten Grunde. Ich habe zwar auch von *A. mediterranea* fertiles Material fixiert, aber diese Art entleert die Gameten erst im Februar. *A. Wettsteinii* dagegen schwärmte in den Kulturschalen, in denen ich sie in Neapel hielt, bereits im August aus. Es war daher zu erwarten, daß, wenn vor der Gametenbildung sich irgend etwas Besonderes abspielte, dies bei dieser Art leichter und vor allem früher zu beobachten gewesen

---

1) Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch bemerken, daß ich auf Grund meiner bisherigen Beobachtungen auch an den übrigen *Cladophora*-Arten zu der Überzeugung gekommen bin, daß ein X-Chromosom bei allen von mir bisher gesehenen Arten vorhanden ist.

wäre. Diese Erwartung erfüllte sich auch. Ich konnte nämlich nachweisen, daß bei dieser *Acetabularia*-Art die Reduktionsteilung in den sogenannten „Cysten“ vor sich geht. Sowohl die Strahlen des Schirmes als auch die in diesen sich entwickelnden Cysten sind mehrkernig. Ich konnte nun feststellen, daß die primären Cystenkerne, und zwar nicht alle gleichzeitig, die Reduktionsteilung durchmachen. Da ich noch nicht alle Stundenfixierungen durchuntersucht habe, so kann ich über die Details der Reduktionsteilung noch nicht viel aussagen, doch es genügt für die prinzipielle Feststellung, wenn ich sage, daß ich ganz deutliche Diakinesen mit etwa 10 Geminis und auch Metaphasen beobachten konnte. Somit stellt *Acetabularia* einen Diplobionten dar, mit einer, wenn man will, ganz reduzierten Haplophase, die durch die Cysten repräsentiert erscheint. Aber auch aus einem anderen Grunde ist dieser Fall von ganz besonderem Interesse. Die Wirteläste, die sich zum Schirm vereinigen, müssen wir, nach meinen Erfahrungen bei der Gattung *Cladophora*, als Sporangialäste auffassen, in denen es jedoch nicht mehr zur Ausbildung von vegetativen Schwärmern (Zoosporen) kommt. Die Cysten dagegen muß man nunmehr als Homologa der Gametangien interpretieren, die bei relativ ursprünglichen Typen, wie z. B. der Gattung *Cladophora*, auf getrennten Gametophyten erzeugt werden. Bei *Acetabularia* sind diese beiden Generationen mit den dazugehörigen Fortpflanzungsorganen ineinander übergegangen und außerdem hat der Ort der Reduktionsteilung eine Verschiebung, und zwar in das Gametangium hinein, erfahren. Wir haben also im Falle von *Acetabularia* sozusagen eine Zwischenstufe zwischen dem Typus *Cladophora* und dem Typus *Codium* vor uns, bei welch letzterem die Reduktionsteilung ebenfalls schon in den Gametangien vor sich geht, aber ohne Interpolierung eines Cystenstadiums. Bei *Codium* ist somit auch der letzte Rest einer selbständigen Haplophase verschwunden. Das ist nun für die phylogenetische Beurteilung der Fortpflanzungsorgane von ganz wesentlicher Bedeutung, und es bestätigt sich wieder einmal meine Auffassung, die ich in meiner theoretischen Studie über die Phylogenie der pflanzlichen Zelle vertreten habe, daß nämlich innerhalb bestimmter, natürlicher Gruppen der Thallophyten die vegetative und sexuelle Fortpflanzung immer wieder ineinanderfließen. Diese Tatsachen aber, die sich nicht abstreiten lassen, zwingen dazu, die Morphologie und die Morphogenese der Fortpflanzungsorgane bei den Thallophyten mit ganz anderen Augen anzusehen, als es bisher geschah. Es freut mich jedenfalls, daß der erste in dieser Richtung von mir unternommene Versuch auch

im Falle der Siphoneen eine so glänzende Bestätigung findet. Theoretische Betrachtungen, die sich auf Tatsachen stützen, sind keine Spekulationen, sondern Impulse zum fortschrittlichen Erkennen!

In einer demnächst folgenden Mitteilung werde ich über die weiteren Gattungen berichten, die ich gerade jetzt in Bearbeitung habe. Zweck dieser, durchaus den Charakter vorläufiger Mitteilungen habenden Berichte ist bloß der, die interessierten Kreise auf dem laufenden zu halten, zumal die Durcharbeitung des ganzen Materials noch geraume Zeit in Anspruch nehmen wird.

Wien, Botanisches Institut der Universität, am 4. April 1929.

---

## 32. E. Heitz: Heterochromatin, Chromocentren, Chromomeren.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit Tafel V.)

(Eingegangen am 19. April 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

In einer früheren Arbeit (HEITZ I) konnte ich zeigen, daß ein Teil der Chromosomen von *Pellia epiphylla*, *P. Neesiana*[1]) und mehrerer anderer Lebermoose in der Längsrichtung Verschiedenheiten ihres Chromatin (= Karyotin im Sinne LUNDEGARDHs) aufweist. Diese beruhen darauf, daß bestimmt gelegene Chromosomenstücke im Gegensatz zu den übrigen in der Telophase nicht die übliche Rückbildung erfahren und in der Prophase in der Ausbildung vorauseilen. Während der Interkinese also und in sämtlichen Zellen des Thallus, dessen Kerne sich nicht mehr teilen, bleiben diese Stücke als solche sichtbar erhalten. Sie wurden als Heterochromatin, die unsichtbar werdenden als Euchromatin

1) Meine Chromosomenzählungen bei *Pellia* sind richtig. Darauf besonders hinzuweisen schiene überflüssig, wenn nicht F. v. WETTSTEIN (Zeitschr. f. Bot. 1928) im Anschluß an die anderslautenden, von mir als falsch zurückgewiesenen Ergebnisse LORBEERS (Z. f. ind. Abstl. u. Vererbgsl. 1927) bei Besprechung meiner vorl. Mittlg. bemerkte, daß eine Untersuchung von dritter Seite wohl abzuwarten bliebe — trotzdem ihm meine ausführlichen Zählungen bei Lebermoosen, in denen ich zeigte, daß die meisten Autoren eben ein 9. sehr kleines Chromosom übersehen haben, bekannt waren, trotzdem ich eine Gestaltsanalyse sämtlicher Chromosomen mitteilte, die zur selbstverständlichen Voraussetzung hat, daß richtig gezählt wurde.

bezeichnet[1]). Hierdurch war zum Ausdruck gebracht, daß die aufgefundene Verschiedenheit zwischen Chromosomen t e i l e n homolog ist der Verschiedenheit zwischen g a n z e n Chromosomen, Euchromosomen einerseits, Heterochromosomen andererseits (McCLUNG). Unterschiede dieser Art finden sich bei Tieren in erster Linie zwischen Autosomen und Geschlechtschromosomen, und ähnlich liegen die Verhältnisse bei *P. Neesiana.* Man könnte, die morphogenetischen Tatsachen zum Ausdruck bringend, vielleicht noch besser von labilem und stabilem Chromatin sprechen oder, um eine später zu erörternde Theorie der Genwirkung anzudeuten, von aktivem und passivem Chromatin.

Im Ruhekern der genannten Lebermoose liegen also Chromatinansammlungen vor, wie sie vor allem bei Phanerogamen als Chromocentren (um die allgemeinste Bezeichnung zu wählen) schon lange bekannt sind. Es ist wohl kaum zu weit gegangen, wenn ich behaupte, daß über das Wesen dieser Chromocentren trotz verschiedener und zum Teil guter Untersuchungen große Unklarheit herrscht. Die einen, ROSENBERG (I) und im Anschluß an ihn OVERTON (I) und LAIBACH (I), halten sie für ganze Chromosomen, gestützt lediglich auf die bekannte von ROSENBERG aufgefundene Tatsache, daß bei einer Reihe von Pflanzen die Zahl der Chromocentren mit der Zahl der Chromosomen mehr oder weniger übereinstimmt. Weder ROSENBERG noch LAIBACH haben aber, was allein entscheidend gewesen wäre, Telophasen untersucht, OVERTON, wie ich zeigen werde, nur unzureichend. Der letztgenannte Forscher entwickelte die merkwürdige, für die weitere Erkenntnis des Wesens der Chromocentren verhängnisvolle, auch in neuesten Arbeiten und zusammenfassenden Darstellungen (SHARP (I) „centers about wich the chromosomal material condenses in the ensuing prophaseas" und WILSON (I) „localized reservoirs of basichromatin") vertretene Anschauung, daß die Chromocentren „Bildungscentren" der Chromosomen seien.

Eine Reihe anderer Forscher, in erster Linie GRÉGOIRE (I), gestützt auf die Untersuchungen von MARTINS MANO (I), ferner STRASSBURGER (I), wenigstens nach gelegentlichen Äußerungen zu urteilen, und SHARP (I), dem Standpunkt verschiedener Autoren beitretend, halten dagegen die Chromocentren nur für Teile von

---

1) Auf die Frage, ob das Euchromatin dem Linin der älteren Autoren entspricht, gehe ich hier noch nicht ein. Ebenso wird eine Auseinandersetzung mit den wichtigen Ergebnissen von MARTENS (I) und einer Reihe anderer Arbeiten über die Spiralstruktur der Chromosomen und über die telophasischen Vorgänge (SHARP, DE LITARDIÈRE u. a.) zweckmäßig noch zurückgestellt.

Chromosomen, die in der Telophase keine vollständige Rückbildung erfahren. SHARP wie GRÉGOIRE wollen weiter eine solche Auffassung in erster Linie nur dann gelten lassen, wenn die Chromocentrenzahl mit der Chromosomenzahl übereinstimmt. In vielen anderen Fällen soll es sich dagegen um sekundäre Chromatinanhäufungen handeln, soweit die Herkunft nicht überhaupt zweifelhaft bleibt. Ausschlaggebend ist, was man unter Chromosomenteil versteht, wie wir weiter unten sehen werden. Und gerade über diesen Punkt erfährt man entweder nichts oder nur, es handle sich um „la partie centrale ou médiane de ces chromosomes" (GRÉGOIRE I). Wäre man sich über die Morphologie dieser Teile im Klaren gewesen, so hätte längst ein intensives Studium der Chromocentren eingesetzt.

Der Forscher schließlich, welchem wir die gründlichste Untersuchung über Chromocentren verdanken, LUNDEGARDH (I) (er ist der Wahrheit oft sehr nahe gekommen), möchte glauben, daß es sich nur um eine Luxuserscheinung handle, und ihm schließt sich TISCHLER (I) an, wohl unter dem Eindruck der Tatsache, daß die Chromocentrenzahl oft nicht mit der der Chromosomen übereinstimmt und in Überschätzung der, übrigens oft auf ungenügendem Tatsachenmaterial beruhenden Angaben über die Inkonstanz der Chromocentrenzahl auch in den Fällen der Übereinstimmung mit der Chromosomenzahl.

Die an *Pellia* erhaltenen Ergebnisse führten mich dazu, die Frage nach dem Wesen der Chromocentren bei Phanerogamen aufzunehmen, denn sie hatten mich davon überzeugt, daß 1. keine Luxuserscheinung vorliegt, daß 2. die Zahl der Chromocentren durchaus nicht mit der Chromosomenzahl übereinzustimmen braucht, diese vielmehr a) ebensogut niedriger wie b) höher sein kann als letztere, ohne daß deshalb sekundäre Chromatinansammlungen vorzuliegen brauchen, daß im Gegenteil 3. gerade die unter 2b genannten Fälle Licht werfen werden auf die sogenannte „Struktur" der Chromosomen in Verbindung mit einer Analyse dessen, was bisher als in der Telophase nicht rückgebildete „Teile" bezeichnet wurde, und 4. schließlich, daß die Vorstellung, die Chromocentren seien Bildungscentren der Chromosomen, eine ganz abwegige ist.

Es handelt sich im folgenden also darum, den Beweis für das Vorhandensein zweierlei morphogenetisch scharf verschiedenen Chromatins[1]), Heterochromatin und Euchromatin

---

1) Die Frage nach der physikalisch-chemischen Ursache dieser Verschiedenheiten wird später aufgeworfen werden. Wie die Antwort auch aus-

innerhalb des Kerns und innerhalb der Chromosomen auch bei Phanerogamen zu erbringen, d. h. den Beweis für die Identität, von Heterochromatin und dem, was man bisher bei Phanerogamen als Chromocentren oder Prochromosomen bezeichnet hat (I). Hierbei wird sich herausstellen, daß die unter I behandelten Beispiele nur einen Grenzfall darstellen und noch ganz andere Gebilde, die bei vielen Tieren und auch einer Reihe von Pflanzen beschriebenen Chromomeren, wesensgleich sind mit dem Heterochromatin (II). Ausführlich berichte ich über diese Ergebnisse an anderer Stelle und werde erst dann, wie in Aussicht gestellt, die Bedeutung von Heterochromatin und Euchromatin erörtern und mich mit den oben angeführten Arbeiten auseinandersetzen.

## I.

Betrachten wir zunächst den Fall, in welchem die Chromocentrenzahl mit der Chromosomenzahl übereinstimmt. Er ist vor allem für kleinchromosomige Phanerogamen, Monokotylen und Dikotylen, geradezu charakteristisch. Als sehr klares Beispiel wähle ich *Helipterum corymbiflorum* (Taf. V, Fig. 6—9) und *Impatiens Mathildae* (Fig. 10—14). Auch *Lactuca denticulata* (Fig. 1—5) gehört wahrscheinlich hierher, die Chromocentrenzahl ist aber, was an sich ganz belanglos ist, vielleicht um 1 kleiner als 10. Die entscheidenden Stadien, Prophasen und Telophasen, zeigen aufs Deutlichste, daß die Entwicklungsgeschichte der Chromocentren genau so verläuft wie bei *Pellia*. Die Figuren 3, 5, 8, 9, 13, 14 lehren, daß auch bei diesen Pflanzen diejenigen Autoren zwar recht behalten, die die Chromocentren für in der Telophase nicht rückgebildete Chromosomenstücke halten, daß es sich aber nicht um irgendwelche median oder central gelegene Teile handelt, sondern in bezug auf die Längsrichtung des Chromosoms bestimmt gelegene, sehr oft in der Nähe des Drehpunktes befindliche Stücke. Wie bei *Pellia* also wird dadurch eine Verschiedenheit der chromosomalen Substanz in der Längsrichtung des Chromosoms augenscheinlich. Es besteht aus Heterochromatin und Euchromatin.

In den Prophasen wachsen die Chromocentren nicht zu den Chromosomen heran, sondern die in der Telophase zurückgebildeten euchromatischen Stücke bilden sich, natürlich in ört-

---

fallen mag, die Tatsächlichkeit der morphologischen Befunde bleibt dadurch unberührt. Ich teile in dieser Hinsicht vollkommen den Standpunkt von MARTENS (La Cellule XXXVI, 1924, und Bull. d'Histologie V, 1928).

lichem Zusammenhang mit dem zu demselben Chromosom gehörenden Heterochromatinstück, aber vollkommen unabhängig von diesem, zu Chromosomenstücken von metaphasischem Charakter um. Vollends unvereinbar ist die Vorstellung von den Chromocentren als Bildungscentren angesichts der allerdings meistens mühsam zu untersuchenden Telophasen. Hier bleibt das Heterochromatin erhalten, das Euchromatin wird zurückgebildet (Fig. 5, 9, 14).

Wo auch immer einzelne der in der Tabelle S. 280 unter 1. aufgeführten Arten genauer untersucht wurden, ergaben sich ganz dieselben Verhältnisse. (Der Fall, daß Chromosomen vollkommen aus Heterochromatin bestehen, scheint nicht allzuhäufig zu sein. Hierbei hat man zu bedenken, daß die Feststellung von Euchromatin bei kleinen Chromosomen recht schwierig ist.) Nicht mit Sicherheit aufklären konnte ich bis jetzt das Wesen der Chromocentren von *Vicia Faba, Crepis virens* und einiger anderer langchromosomiger Arten. Diese Fälle sind aber, wie ich ausdrücklich bemerke, Ausnahmen, und deshalb konnten Forscher wie LUNDEGARDH (I) und DE SMET (I), die gerade diese Objekte ausführlich untersuchten, nicht zum Ziele kommen.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß an den ganzen Verhältnissen nichts geändert wäre, wenn ein oder mehrere Chromosomen, wie das bei *Pellia* der Fall ist, vollkommen aus Euchromatin bestünden, die Zahl der Chromocentren also niedriger wäre als die Chromosomenzahl. Dieser Fall ist bei *Crocus asturicus* verwirklicht (Fig. 20). Hier findet man immer nur zwei größere, an distalen Chromosomenenden gelegene Heterochromatinstücke. Gerade dieser Befund zeigt erneut, wie wenig die Chromocentren mit der Chromosomenbildung im Sinne OVERTONs und der sich ihm anschließenden Autoren zu tun haben.

Gegenüber dem Einwand der Inkonstanz der Chromocentrenzahl ist folgendes zu sagen. Erstens ist, wie ich zeigen werde, das Zählen der Chromocentren eine viel schwierigere Angelegenheit als das Zählen der Chromosomen. Während diese im Metaphasenstadium alle in einer Ebene liegen, ist das mit den an der kugeligen Kernoberfläche oder bei größerer Anzahl auch noch im Kernlumen befindlichen Chromocentren nie der Fall. Überlagerungen sind oft nur sehr schwer, wenn überhaupt, als solche zu erkennen. Die Schwierigkeiten erhöhen sich bei Kernen in ausgewachsenen Zellen, die zwar an sich die Chromocentren oft besonders scharf hervortreten lassen und deshalb zu Zählungen gerne herangezogen wurden. Da aber diese Kerne bekanntlich kleiner, oft viel kleiner als meristematische sind, sind die schwer zu erkennenden Überdeckungen

hier noch häufiger. Nun kann es keine Frage sein, daß tatsächlich nicht immer dieselbe Chromocentrenzahl gefunden wird. So zählte ich z. B. in den Zellen der Wurzelepidermis von *Helipterum corymbiflorum* manchmal nur zwei Chromocentren an Stelle der zu erwartenden 16. Höhere Zahlen aber als die in meristematischen Kernen habe ich weder bei der genannten Art noch bei der daraufhin besonders untersuchten *Impatiens Mathildae* gefunden. (Die Befunde von DAVIS (I), der bei *Oenothera grandiflora* außer niedrigeren auch höhere Chromocentrenzahlen als Chromosomenzahlen fand, sind einfach zu erklären, S. 282, Anm. 1.) Es kann nun keine Frage sein, daß in ausgewachsenen Zellen die Chromocentren sehr oft miteinander verschmelzen, wie das bereits eine Reihe von Autoren beobachtet haben. Dadurch kommt es zu den allerverschiedensten Zahlen, nicht nur etwa den haploiden. Das mag ruhig geschehen. Das wesentliche sind und bleiben die prophasischen und telophasischen, vorhin kurz beschriebenen Vorgänge. Hier wird es nie und nimmer zu einer anderen als der charakteristischen Anzahl der Heterochromatinstücke kommen.

Auf Grund der bisher vorliegenden Untersuchungen wird das Vorkommen von Chromocentren bei Phanerogamen, wenn nicht gerade als seltener Fall, so doch als nicht allzuhäufig angesehen und beschränkt auf einzelne Familien. In diesem Zusammenhange werden dann gewöhnlich die von LAIBACH (I) untersuchten *Cruciferen* und die 40 von ROSENBERG (II) untersuchten Pflanzen angeführt. Meine eigenen bisherigen Ermittelungen geben ein wesentlich anderes Bild. Von 115 den verschiedensten Familien zugehörenden Gattungen, die ich bis jetzt untersuchte (manchmal eine, manchmal mehrere Arten), besitzen 86, also 75 %, Chromocentren (nachstehend unter 1.), und zwar die meisten typische „Prochromosomen". Bei einer ganzen Anzahl davon konnte bereits festgestellt werden, daß es sich um Chromosomenstücke im oben auseinandergesetzten Sinne handelt. Wir stehen also vor der paradoxen Tatsache, daß die Kernteilung bei den meisten Dikotylen gar nicht nach dem herkömmlichen Schema verläuft (gleichmäßige Rückbildung der Chromosomen in der Telophase unter scheinbarem Verlust ihrer Individualität), sondern daß zum mindesten große Chromosomenstücke, wenn nicht ganze Chromosomen — was natürlich in jedem einzelnen Fall besonders zu entscheiden ist — in der Telophase als solche erhalten bleiben. Dem widersprechen nicht die Zerstäubungsstadien (Fig. 8), welche ich in jedem genauer untersuchten Falle in der meristematischen Zone und auch nur hier auffinden konnte. Sie stellen nicht, wie ich zunächst auf

Grund der Befunde bei *Pellia* annahm, späte Telophasen, sondern ganz frühe Prophasen dar.

Diese wohl merkwürdig anmutenden Befunde erklären sich folgendermaßen: Zur Untersuchung der Mitose wählt man im allgemeinen besonders großchromosomige Pflanzen. Von den Vertretern der 86 genannten Gattungen sind nun die allermeisten kleinchromosomig, besonders großchromosomig sind überhaupt keine davon. Dagegen sind von den 21 Vertretern, bei welchen ich keine Chromocentren fand, 8 allein sehr großchromosomig. Bei diesen Arten verläuft die Telophase nach dem bis jetzt als charakteristisch angenommenen Schema.

Die Verhältnisse liegen also ähnlich wie bei Farnen auf Grund der Untersuchungen von DE LITARDIÈRE (I). Bereits ROSENBERG (I) hat übrigens darauf aufmerksam gemacht, daß Chromocentren in erster Linie bei kleinchromosomigen Pflanzen zu finden sind. Auf eine Reihe von Fragen, die sich aus diesen Zusammenhängen ergeben, kann hier nicht eingegangen werden.

1. Chromocentren vorhanden (fast alle Arten kleinchromosomig):

*Peperomia, Pilea, Procris, Aristolochia, Cerastium, Mirabilis, Phytolacca, Tetragonia, Cabomba, Aquilegia, Thalictrum, Anona, Persea, Aethionema, Cochlearia, Vesicaria, Lunaria, Sisymbrium, Saxifraga, Lupinus, Trifolium, Anthyllis, Amicia, Phaseolus, Erodium, Oxalis, Radiola, Murraya, Impatiens, Hydrocera, Sparmannia, Eriodendron, Hibiscus, Lavatera, Malva, Viola, Begonia, Epilobium, Jussieua, Oenothera, Diposis, Ardisia, Maesa, Androsace, Cyclamen, Polemonium, Nemophila, Phacelia, Borrago, Nepeta, Salvia, Ziziphora, Salpiglossis, Verbascum, Celsia, Calceolaria, Linaria, Antirrhinum, Maurandia, Nemesia, Collinsia, Scrophularia, Torenia, Digitalis, Alonsoa, Mimulus, Eccremocarpus, Gesnera, Justicia, Acanthus, Crossandra, Plantago, Cinchona, Asperula, Campanula, Jasione, Lobelia, Symphyandra, Arnica, Carthamus, Centaurea, Dahlia, Helipterum, Lactuca, Serratula, Silymbum, Tagetes.*

2. Chromocentren vom *Vicia Faba*-Typ:

*Vicia, Lens, Lathyrus.*

3. Keine Chromocentren, kleinchromosomig:

*Cannabis, Melandrium, Silene, Papaver, Bryophyllum, Erythroxylon, Smyrnium, Primula, Phlomis, Nicotiana, Plantago, Centaurea, Leontopodium.*

4. Keine Chromocentren, großchromosomig:

*Delphinium*, *Nigella*, *Podophyllum*, *Hesperis*, *Pisum*, *Apium*, *Chrysanthemum*, *Lactuca*.

5. Unentschieden:

*Corispermum*, *Kochia*, *Achillea*.

II.

Der Fall *Pellia* zeigt, daß die Zahl der Chromocentren mit der Chromosomenzahl nichts zu tun hat. Er lehrt infolgedessen noch mehr. Dem aufmerksamen Betrachter des zwei Heterochromatinstücke besitzenden Geschlechtschromosoms von *P. Neesiana* oder noch besser des fast ebenso gebauten, ihm homologen von *P. epiphylla* (Abb. 12, l. c.) wird nicht entgangen sein, daß hier Bilder vorliegen, die an prophasische Chromosomen mit Chromomeren erinnern. Stellen wir uns das große Heterochromatinstück noch durch Euchromatinstücke in zwei oder drei Teile zerlegt vor, so würde niemand zögern, von Chromomeren zu sprechen, d. h. von stark gefärbten, knotigen Verdickungen des in den übrigen Teilen nur schwach färbbaren, prophasischen Chromosoms. Ohne hier im einzelnen auf eine Kritik des besonders in der neueren Zeit unscharf gewordenen Begriffes Chromomeren (vgl. z. B. BELĂR (I) S. 68/69 und TISCHLER (I) S. 526, 628) einzugehen, sei um so nachdrücklicher folgendes hervorgehoben: Immer wieder stößt man auf die Ansicht, die Chromomeren seien die wesentlichen Bestandteile des Chromosoms, sie seien die Grundeinheiten. Eine Reihe von Forschern stellt Betrachtungen an über Chromomerengröße und Chromomerenzahl einerseits, Größe der Gene und Anzahl derselben in einem Chromosom andererseits. Hier wird offenbar ein Grundfehler begangen, indem man mit einer gewissen Naivität das stärker färbbare, mehr in die Augen fallende für wichtiger hält als das schwächer färbbare. Die matt gefärbten Stücke zwischen den Chromomeren sind aber meiner Auffassung nach ebenso wichtig, ja wahrscheinlich wichtiger als diese, nur bestehen sie aus einem physikalisch oder chemisch anderen Chromatin. Es ist deshalb durchaus irreführend, nur jene mit einem besonderen Namen zu belegen.

Die Gleichsetzung von Heterochromatin und Chromomeren in morphogenetischer Hinsicht führt also dazu, die in Betracht kommenden Chromosomen (und nur diese, vgl. weiter unten) als zusammengesetzt anzusehen aus hintereinanderliegenden Stücken von Heterochromatin und Euchromatin. Und auf Grund dieser

Auffassung müßten die Chromomeren, das Heterochromatin, in der Telophase als deutlich färbbare Chromosomenstücke sichtbar erhalten bleiben, im Gegensatz zum Euchromatin, das die typische, in ihrem Wesen bis jetzt unbekannte Rückbildung erfährt. Wir stoßen also bezüglich der Chromomeren, von der Heteropyknose der Geschlechtschromosomen kommend, auf eine alte cytologische Frage.

Nachdem dieser Gesichtspunkt gewonnen war, habe ich natürlich meine besondere Aufmerksamkeit den Fällen zugewandt, in welchen die Chromocentrenzahl höher ist als die Chromosomenzahl. Ich fand solche Arten bemerkenswerterweise in der nächsten Verwandtschaft von *Impatiens Mathildae.* Während diese und *I. Balsamina* (vgl. oben) ebensoviele Chromocentren wie Chromosomen haben, ist das bei *I. Petersiana*, *I. Sultani* und *I. Holstii* ganz anders. So beträgt bei der letztgenannten Art die Zahl der Chromosomen 16 (Fig. 16). In ruhenden Kernen dagegen findet man über 40 recht verschieden große Chromocentren (Fig. 17, nur die im Präparat auf der oberen Kernoberfläche gelegenen eingezeichnet). Entsprechend zeigen Prophasen und Telophasen ein ganz anderes Bild als bei *I. Mathildae.* Wie vermutet, sind die prophasischen Chromosomen deutlich aus mehreren verschieden großen Heterochromatinstücken zusammengesetzt. Sie liegen hintereinander und sind durch Euchromatinstücke getrennt (Fig. 18): Wir haben prophasische Chromosomen mit Chromomeren vor uns. Entsprechend bleiben in Telophasen die Heterochromatinstücke erhalten (Fig. 19). Dasselbe gilt für *I. Sultani* und *I. Petersiana.*

Noch klarere Verhältnisse findet man bei *Hydrocera trifoliata*, der einzigen Art dieser mit *Impatiens* die Balsaminaceen bildenden Gattung. Die Chromosomenzahl beträgt ebenfalls 16, die Chromocentrenzahl dagegen liegt zwischen 50 und 60 (Fig. 22 u. 23). Die prophasischen Chromosomen zeigen wieder deutlich Chromomeren. Bei *Hydrocera* wird sich der Beweis für die Identität von Chromocentren und Chromomeren auf Grund von Zählungen durchführen lassen[1]).

Stellt somit der Fall Chromocentrenzahl = Chromosomenzahl nur einen Grenzfall dar, so ist weiter denkbar, daß bei sehr kleinen zahlreichen Chromomeren und im Verhältnis zum Gesamtchromatin kleinem Kern die Chromocentren so klein und so dicht gelagert

1) Die auf S. 279 erwähnte Angabe von DAVIS erklärt sich sehr wahrscheinlich dadurch, daß einige Chromosomen mehr als ein Heterochromatinstück, also Chromomeren besitzen, wie ich das bei *Oenothera muricata* feststellen konnte (Fig. 15).

sind, daß grobkörnige Kerne entstehen, und man infolgedessen nicht mehr von Chromocentren im herkömmlichen Sinne sprechen würde. Diese Verhältnisse finden sich bei *Erythroxylon Coca* (Fig. 16—30) und einem Teil der Gattungen, die laut Aufzählung keine eigentlichen Chromocentren besitzen. Besonders eindeutig lassen sich die Chromomeren in den Prophasen der Reduktionsteilung nachweisen (Fig. 27). Auch in Telophasen wurden sie mit Sicherheit festgestellt (Fig. 28). Entsprechend der „Chromocentren"-größe sind sie viel kleiner als die Chromomeren von *Impatiens* und *Hydrocera*. Auch *E. Coca* wird der zahlenmäßigen Bearbeitung vielleicht noch zugänglich sein.

Hervorheben möchte ich jedoch, daß allein die auf vergleichend morphologischem Wege gewonnenen Ergebnisse an den Kernen, an den prophasischen und an den telophasischen Chromosomen von *Lactuca denticulata, Helipterum corymbiflorum, Impatiens Mathildae* einerseits, *Impatiens Holstii, Hydrocera trifoliata, Erythroxylon Coca* andererseits beweiskräftig sind. Vergebens sucht man auf den euchromatischen Teilen der prophasischen (größeren, leichter zu beobachtenden) Chromosomen in Fig. 3, 8, 13, 21 nach ähnlicher Struktur, wie sie die Chromosomen der Fig. 18, 24, 25, 28 (trotz ihrer Kleinheit) zeigen. Der Streit um das Vorhandensein von Chromomeren ist damit gegenstandslos geworden. Die Tatsache, daß in ein und derselben Gattung *Impatiens* die eine Art Chromomeren besitzt, die andere dagegen keine, vielmehr nur ein einziges großes Heterochromatinstück je Chromosom, zeigt klar: Die Chromosomen besitzen keine ein für allemal gegebene Struktur im eigentlichen Sinne. Es gibt nur Euchromatin und Heterochromatin. Die Verschiedenheit der Größe, Menge und gegenseitigen Lage beider ergibt die verschiedenen Chromosomenstrukturen. Sie fehlen, wenn nur Euchromatin, sie fehlen ebenfalls, wenn nur Heterochromatin vorhanden ist. Es muß das Ziel weiterer Untersuchungen an Pflanzen und Tieren sein, die Allgemeingültigkeit dieser Auffassung zu beweisen.

---

## Literatur.

BELĂR (I), Hdbch. d. Vererbgsw., Bd. I, 1928. — DAVIS (I), Ann. of Bot. 23, 1909. — GRÉGOIRE (I), Ann. soc. Zool. et malacol. XLII, 1907. — HEITZ (I), Jahrb. f. wissensch. Bot. 1928. — LAIBACH (I), Beih. Bot. Centralbl. 22, 1907. — DE LITARDIÈRE (I), La Cellule 31, 1921. — LUNDEGARDH (I), Arch. f. Zellforschg. 9, 1912/13. — MARTENS (I), La Cellule 32, 1922. — MARTENS (II), Bull. d'Histologie V, 1928. — MARTINS MANO (I), La Cellule 22, 1904. — OVERTON (I), Jahrb. f. wissensch. Bot. 42, 1906. —

ROSENBERG (I), Flora XCIII, 1904. — ROSENBERG (II), Svensk. Bot. Tidskr. 3, 1909. — SHARP (I), Introduction to Cytology 1926. — DE SMET (I), La Cellule 29, 1914. — STRASSBURGER (I), Jahrb. f. wissensch. Bot. 42, 1906. — TISCHLER (I), Hdbch. d. Pfl. anat. Abtlg. I, Bd. II, 1921/22. — WILSON (I), The Cell 1925.

---

### Figurenerklärung der Tafel V.

Alles aus Wurzelmeristemzellen, außer 27: Prophase der heterotypen Teilung. Fixierung: Alc. abs. (2 T.) + Eisessig (1 T.). Färbung: Carminessigsäure, z. T. Kochmethode, z. T. 24—48stündige Färbung isolierter Zellen. 1—5: *Lactuca denticulata,* 6 - 9: *Helipterum corymbiflorum,* 10—14: *Impatiens Mathildae,* 15: *Oenothera muricata,* 16—19: *Impatiens Holstii,* 20: *Crocus asturicus,* 21: *Crepis virens,* 22—25: *Hydrocera trifoliata,* 26—30: *Erythroxylon Coca.* 1, 6, 10, 16, 22, 26: Metaphasen; 2, 7, 11, 17, 23, 30: ruhende Kerne (in Fig. 2, 7, 11, 23 sämtliche, in Fig. 17 und 30 nur die im Präparat auf der oberen Kernoberfläche gelegenen Chromocentren eingezeichnet); 12: Zerstäubungsstadium = sehr frühe Prophase; 3, 8, 13, 15, 18, 21, 24, 25, 27, 29: Prophasen bzw. einzelne, aus diesen herausgezeichnete Chromosomen; 4: Anaphase; 5, 9, 14, 19, 20. 28: späte Telophasen bzw. einzelne, aus diesen herausgezeichnete Chromosomen (in Fig. 14 und 19 nur die im Präparat auf der oberen Kernoberfläche liegenden Chromosomen eingezeichnet).

---

1 10 16 22

2 11 17 23

3 18 24 25

4 12

5 19 26

6 13

7 14 20 27 28 29

8 15 30

9 21

# Sitzung vom 31. Mai 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Der Vorsitzende gibt bekannt, daß unser Mitglied Herr

**R. H. Yapp,**

Professor a. d. Universität in **Birmingham** (England) am 26. Januar 1929 gestorben ist.

Zu Ehren des Dahingegangenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß er an unser Mitglied Herrn Professor Dr. Peter Esser in Köln zu dessen 70. Geburtstage im Namen des Vorstandes der Gesellschaft ein Glückwunschtelegramm geschickt hat.

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Ahlgrimm,** Frl. **Hilde,** Studienreferendarin in **Hamburg 37,** Werderstraße 29 (durch L. BRAUNER und E. SCHNEIDER),

**Bothe,** Dr. **Friedrich,** Assistent am Botan. Institut in **Braunschweig,** Humboldtstr. 1 (durch G. GASSNER und G. FRIESEN),

**Maekawa,** Dr. **Tokujiro,** a. o. Prof. an der Landwirtschaftl. Abt. der Hokkaido Imperial University in **Sajyoro** (Japan) (durch CZAJA und HERRIG),

**Plaßmann,** Dr. **E.,** Forstassessor in **Hann. Münden,** Botan. Institut der Forstl. Hochschule (durch E. JAHN und B. LEISERING),

**Richter,** Dr. **Karl,** Assistent am Bakteriolog. Institut der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in **Kiel,** Forstweg 64 (durch W. CHRISTIANSEN und C. HÜTTIG),

**Stock, Fritz,** Apotheker in **Braunschweig,** Botan. Institut, Humboldtstraße 1 (durch G. GASSNER und G. FRIESEN).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Bally,** Dr. **W.,** in **Malang** (Java),

**Kotthoff,** Dr. **P.,** in **Münster i. W.,**

**Matho, Karl,** Garteninspektor in **Greifswald,**

**Matsubara, M.**, Professor in **Tokyo**,
**Miyaji**, Dr. **Yachigi**, Professor in **Matsumoto-shi** (Japan),
**Moissejewa**, Frau **Maria**, Assistentin in **Kiew**,
**Nius, Erich**, cand. rer. nat. in **Greifswald**,
**Pollacci**, Dr. **Gino**, Professor in **Pavia**,
**Sakisaka, Mitidi**, Lecturer in **Tokyo**,
**Sigmond**, Dr. **Hans**, Ing. rer. forest. in **Prag**,
**Sugiura**, Dr. **Toranosuke**, Professor in **Osaka** (Japan),
**Warner**, Dr. **Theodor**, in **Spandau**,
**Yasui**, Frl. Dr **Kono**, Professor in **Tokyo**.

---

Herr KARL SCHULZ-KORTH-Berlin hält einen Vortrag über den Wasserhaushalt der Flechten. Licht und Feuchtigkeit sind die beiden Faktoren, die für die Ökologie der Flechten eine ausschlaggebende Rolle spielen. Durch ein harmonisches Zusammenwirken beider werden erst optimale Lebensbedingungen geschaffen.

Besonders der zweite Faktor hat das Interesse der Forscher erregt und zu Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Flechten geführt, deren Ergebnisse in diesem Vortrag kurz zusammengestellt und gegeneinander abgewogen werden sollen.

Der erste, der sich mit dieser Frage näher beschäftigte, war der Franzose JUMELLE (1892). Es folgen dann in längeren Abständen Arbeiten von ZUKAL (1895), SIEVERS (1908), BACHMANN (1923), GOEBEL (1926), STOCKER (1926), KOLUMBE (1927) und HILITZER (1927).

Kurz wird auf den Unterschied des Begriffes „Wasserhaushalt" bei den Flechten und Phanerogamen hingewiesen und dann näher auf die Wasserleitung eingegangen unter Vorweisung von zahlreichem Herbarmaterial. Es stehen sich hier teilweise die Meinungen GOEBELs und STOCKERs gegenüber. Während ersterer im Thallus eine Leitung nur durch Quellung besonders hierzu bestimmter Hyphen annimmt, ist STOCKER der Ansicht, daß durch die im trockenen Thallus befindlichen Hohlräume das Wasser in diese hineingerissen wird und erst dann eine Weiterleitung durch Quellung eintritt, wodurch die überraschend schnelle Durchfeuchtung seiner trockenen Exemplare zwanglos geklärt wäre. Die Prozentzahlen der Wasseraufnahme schwanken bei den einzelnen Arten recht beträchtlich, betragen jedoch fast immer über 100 % des Trockengewichts, meist sogar erheblich mehr.

Aber nicht nur tropfbar flüssiges Wasser können die Flechten aufnehmen, sondern sie sind auch in hohem Maße befähigt, sich die Luftfeuchtigkeit zu Nutze zu machen. STOCKER und ganz besonders KOLUMBE haben über diesen Punkt nähere Untersuchungen angestellt und den Nachweis erbracht, daß die Versorgung mit tropfbar flüssigem Wasser keine unbedingte Notwendigkeit für die Flechten ist.

Von der Temperatur ist die Wasseraufnahme insofern abhängig, als bei einem Sinken derselben auch die Aufnahme sich verringert.

Von großem Interesse sind dann die Untersuchungen, die HILITZER über die Variationsbreite der maximalen Wasseraufnahme für eine Art angestellt hat und die uns zeigen, daß innerhalb ein und derselben Species erhebliche Schwankungen auftreten können.

Ausführlicher wird dann noch auf die Speicherung des Wassers im Thallus eingegangen. Einige Worte über die Wasserabgabe beschließen den Vortrag, der den Zweck hatte, ein Bild vom heutigen Stande unserer Kenntnisse über den Wasserhaushalt der Flechten zu geben. Eigene Untersuchungen des Vortragenden besonders am natürlichen Standort werden in Aussicht gestellt.

---

Berichtigung: In der Abhandlung von W. DOCTERS VAN LEEUWEN ist auf Seite 95 (Heft 2 dieses Jahrganges) in der 5. Zeile des Abschnittes, der mit „3. Gesneriaceae" überschrieben ist, hinter dem Worte „. . . . Öl." folgender Satz einzufügen: „*Aeschynanthus albida* hat etwas größere Samen als die andere Art, die an einer Seite mit einem dünnen, an der anderen Seite mit einem flachen Haare versehen sind. Auch diese Haare und die Zellen der Samenwand sind reich an Öl."

---

# Mitteilungen.

## 33. Ed. Fischer: Eine Phalloidee aus Palästina; Phallus roseus Delile und die Gattung Itajahya Alfr. Möller.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 9. April 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Das Material zur folgenden Untersuchung, die über eine schon vor mehr als hundert Jahren beschriebene, aber bisher verkannte Phalloidee neue Aufschlüsse bringt, erhielt ich von Herrn Dr. J. Reichert in Tel Aviv (Palästina), dem ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank ausspreche. Im letzten Jahre sandte er mir eine Anzahl von getrockneten Pilzfruchtkörpern, die besonders durch ihre von der Seite ganz plattgedrückte Form auffielen. Sie waren am 2. August 1924 in Ain Chaj (Kefar Malal) bei Jaffa unter einem feuchten Holzfußboden aufgetreten. Auf Schnitten nach Aufweichen in Wasser ließen sie eine mächtig aufquellende periphere Gallertschicht und ein ebenfalls ganz abgeplattetes kompakteres Hyphengeflecht in der Mitte erkennen und dazwischen eine Gleba mit sehr kleinen länglichen Sporen. Es handelte sich somit um einen Gastromyceten, und es war zu vermuten, daß die zusammengedrückte Gestalt der Fruchtkörper nicht nur auf das Trocknen sondern auch auf ungenügende Platzverhältnisse zurückzuführen sei. Einen klareren Einblick in die Bauverhältnisse gewährte dann aber neues Material, das Herr Dr. Reichert im Herbst 1928 sammeln ließ, und das er mir in einer Mischung von Methylalkohol, Formalin und Holzessig konserviert zusandte. Diese Fruchtkörper waren nun bei weitem nicht so stark zusammengedrückt wie die früher erhaltenen. Über ihr Auftreten schrieb mir Herr Dr. Reichert unter dem 25. Oktober folgendes: „An derselben Stelle (wie früher) war der Pilz nicht mehr zu finden. Dagegen gelang es meinem Assistenten (Dr. Perlberger), den ich direkt nach Ain Chaj sandte, neues Material zu finden, und zwar in großer Zahl. Der Pilz scheint sich in diesem Dorfe eingenistet zu haben. Er wurde wie damals unter den Pflastersteinen des Fußbodens gefunden. Der Pilz wächst in Büscheln, bis 10—12 Früchte zusammen, wird von den Steintafeln plattgedrückt, reckt sich aber am Ende empor und hebt die Pflastersteine auf . . .

Ich schicke Ihnen drei Photographien solcher unter einer Steintafel (richtiger Zementtafel) gefundenen Pilzgruppen. Nr. 1 zeigt zwei solche Fruchtkörper von der Seite, eine Wurzel ist sichtbar; dieselbe steckte in sandigem Boden — die Unterlage der Pflastersteine. — Nr. 2 eine Gruppe von oben gesehen. Manche Fruchtkörper zeigen kleine Öffnungen, als ob von dieser Volva ein Receptaculum hervorkommen wollte . . . Nr. 3 wie Nr. 2 aber mit . . . größeren Öffnungen . . .".

Beim Durchschneiden dieser Fruchtkörper fand ich nun die von Herrn Dr. REICHERT geäußerte Vermutung vom Vorhandensein eines Receptaculums in der Tat bestätigt: es handelt sich also um einen „Ei"zustand einer Phalloidee. Fig. 1 gibt die Abbildung eines medianen Längsschnittes in 1½ natürl. Größe, Fig. 2 und 3 stellt den Scheitel von zwei jüngeren Exemplaren in 9facher Vergrößerung dar.

Die Verhältnisse, die uns hier entgegentreten, entsprechen dem Typus der Untergruppe der Phallaceen: in der Achse erkennt man (Fig. 1) ein stielförmiges röhriges Receptaculum, dessen Hohlraum aber noch von Hyphengeflecht ausgefüllt ist. Seine Wandung (Sw) besteht aus mehreren, etwa 4, Lagen von Kammern mit mehr oder weniger gefältelten pseudoparenchymatischen Wänden; die äußeren sind viel kleiner als die inneren. Während nun bei den meisten Arten von *Ithyphallus* und bei *Mutinus* der axile Hohlraum dieses stielförmigen Receptaculumteils am Scheitel mit einem engen Porus ausmündet, sieht man in dem in Fig. 1 abgebildeten Exemplar im Gegenteil die Stielwandung sich nach oben trichterförmig erweitern, sie nimmt dabei nur wenig an Dicke ab und biegt sich dann fast mit voller Breite ein kurzes Stück weit auswärts nach unten um. Sie bildet also nicht einen dünnen einschichtigen Kragen wie bei *Ithyphallus impudicus*, sondern einen gekammerten abwärtsgebogenen Saum. Dabei besteht eine auffallende Ungleichseitigkeit, die vermutlich auf die Druckverhältnisse zurückzuführen ist, unter denen sich die Fruchtkörper entwickelten: der ausgebogene Rand der Stielmündung ist nämlich auf der einen Seite viel schwächer ausgebildet als auf der andern. Diese Verhältnisse sind übrigens fast in jedem der untersuchten Exemplare wieder etwas anders: Das in Fig. 2 abgebildete zeigt auf der einen Seite den Rand nur sehr wenig, auf der andern weit horizontal ausgebogen. Wieder in einem andern Fruchtkörper war er nur etwas ausgeweitet und sein äußerster Saum aufrecht und fast einschichtig.

Eine weitere Eigentümlichkeit besteht darin, daß die Stielmündung von einem horizontalen plattenförmigen Gebilde (M)

überdeckt und abgeschlossen ist. Dasselbe war in der in Fig. 1 abgebildeten Fruchtkörperhälfte nur unvollständig erhalten, wurde aber in der Zeichnung nach der andern Hälfte ergänzt. Diese

M

Fig. 1.

M
H
Sw

Fig. 3.

M
H
Sw
H
Sw

Fig. 2.

Platte gehört nun nicht etwa, wie man meinen sollte, zur Volva (die in Fig. 1 größtenteils weggelassen ist), sondern sie besteht geradeso wie der Receptaculumstiel aus gekammertem Pseudoparenchym. In dem jüngeren, in Fig. 2 abgebildeten Stadium er-

kennt man deutlich, daß sie innerhalb der Volva liegt und aus einer einfachen Lage von Kammern besteht. Ferner steht sie in dem in dieser Figur abgebildeten Schnitte in keinem Zusammenhang mit dem ausgebogenen Receptaculumrande, womit aber natürlich nicht gesagt ist, daß nicht an anderer Stelle ein solcher besteht. In dem Längsschnitte eines andern Fruchtkörpers (Fig. 3) bildet die Platte die direkte Fortsetzung des ausgebogenen Stielrandes. — Für die vergleichende Morphologie der Phalloideenfruchtkörper bietet diese Platte gewisse Schwierigkeiten: Wenn man die pseudoparenchymatischen Receptaculumbestandteile als sterile Hymenien betrachtet (s. z. B. ED. FISCHER 1910 p. 319), und wenn man ferner das zwischen Gleba und Volva liegende Geflecht als Homologon des Agaricaceenhutes und die Volvagallertschicht als peripheren Hutteil oder Hutvolva (LOHWAG 1926 p. 172, 173) auffaßt, so könnte man diese Platte, wenn sie vom Receptaculum ganz unabhängig wäre, als eine sterile Hymeniumbildung der Hutoberseite ansehen. Dem steht nun aber der Zusammenhang mit dem Receptaculumrand im Wege, da er eine etwas unwahrscheinliche Durchbrechung des Hutes durch Hymenialbildungen bedeuten würde.

Oben an der Stielwandung entspringt der Hutteil des Receptaculums (H) (der nach LOHWAG der Manchette von *Amanita* entspricht). Seine Ansatzstelle liegt aber nicht immer in ganz gleicher Höhe. In dem in Fig. 1 abgebildeten Exemplar sitzt er an der Unterseite des umgebogenen Randes, in dem in Fig. 3 wiedergegebenen Schnitt zu äußerst am Rande, und an einem andern Fruchtkörper sah ich ihn ein Stück weit unterhalb der (hier schwachen) Ausbiegung. Er ist stets ungekammert, schwach ausgebildet, und vor allem ist er nicht pseudoparenchymatisch wie die Kammerwände des Stieles (obwohl sein Geflecht diesem Pseudoparenchym entspricht), sondern er besteht aus dicht aneinanderliegenden längsverlaufenden Hyphen; er erscheint daher vom ausgebogenen oberen Rande der Stielwand scharf verschieden. Gegen die Gleba ist er abgegrenzt durch das knorpelige Geflecht dickwandiger Hyphen, welches die Tramaplatten bildet; eine ebensolche Schicht von Knorpelgeflecht trennt ihn aber im Stadium der Fig. 1 auch an seiner Innenseite von dem lockeren Geflecht, welches die Stielwand umgibt. Wir betonen das, weil daraus hervorgeht, daß auch die Innenseite des Receptaculumhutes von einer den Tramabildungen homologen Schicht begrenzt wird, die der Zwischenschicht zwischen Hut und Indusium von *Dictyophora* entspricht. — Nach unten reicht der Hut nicht bis zur Basis des Stieles, wie dies

z. B. bei *Ithyphallus impudicus* in diesem Stadium zutrifft; auf der linken Seite des in Fig. 1 abgebildeten Exemplars geht er sogar nur bis zur Mitte des Fruchtkörpers; auffallend ist hier seine ganz vertikale Richtung.

Das Geflecht zwischen Hut und Stiel war bei einem oder zwei Exemplaren rötlich gefärbt.

Die Gleba sitzt gewöhnlich in ihrer ganzen Ausdehnung dem Hute auf. Doch kann es vorkommen (Fig. 3), daß sie ihn nicht bis ganz zu oberst deckt, aber fast immer reicht sie vielmehr oben ein wenig über dessen Ansatzstelle hinaus an den Receptaculumstiel heran, meist so, daß sie an die Kante seines ausgebogenen Randes anstößt (Fig. 1 und 2). Ist letzterer stark nach unten gelegt, wie in Fig. 1, so erreicht die Gleba den Fruchtkörperscheitel nicht ganz. Nach unten reicht die Gleba ebensoweit wie der Hut. — Vom letzteren gehen Fortsätze in die Gleba ab. Diese sind aber nicht bloße Leisten, wie bei der Sektion der *Reticulati* von *Dictyophora* und *Ithyphallus*, auch nicht kürzere Zapfen oder Runzeln, wie bei den *Rugulosi*, sondern es sind weitverzweigte Adern, deren Enden bis an die Außenseite der Gleba reichen. Wenn man daher einen von der Volvagallertschicht entblößten Fruchtkörper von außen betrachtet, so sieht man die Endigungen dieser Adern als helle Tupfen aus der Gleba hervorschimmern. Es handelt sich hier wie bei den Vorsprüngen der *Rugulosi* um sterile Hymenialbildungen bzw. um Ausfüllungen von Glebakammern. Sie bestehen ebenso wie der Hut aus dünnwandigen, weitlumigen Hyphen, stellenweise vielleicht auch in Pseudoparenchym übergehend.

Fertig entwickelte Exemplare mit gestrecktem, aus der Volva hervortretendem Receptaculum befanden sich unter dem Material nicht. Aber die oben beschriebenen vorgerückteren „Ei"zustände genügten, um den Pilz mit aller Sicherheit zu identifizieren:

In dem 1813 erschienenen, von DELILE bearbeiteten botanischen Teil des Sammelwerkes, welches die während des Napoleonischen Feldzuges in Ägypten gemachten Beobachtungen und Forschungen enthält, findet sich u. a. die Beschreibung und Abbildung einer Phalloidee, die genannter Autor im Herbst der Jahre 1798 und 1799 in Damiette und Siut gefunden hatte, und der er den Namen *Phallus roseus* gibt. Er sagt darüber (1813, p. 300): „La tige est cylindrique, haute de 8 à 13 centimètres, épaisse de 3 à 4 centimètres, en fuseau à la base. Cette tige est rose, finement celluleuse, réticulée, traversée dans toute sa longueur par un tube ou canal qui aboutit à une ouverture lisse, un peu aplatie ou sommet. Le chapeau en anneau, égal à la cinquième partie de la tige; sa

substance est verte et compacte, entremêlée de fibres blanches: il est attaché au bord évasé de l'ouverture terminale de la tige, il est plus ou moins recouvert par une humeur gluante et par des portions déchirées de la bourse ou enveloppe de la plante. Ce chapeau se ramollit et se résout en une espèce de boue . . . .“

In den mehr als hundert Jahren, die seit jener Beschreibung verstrichen sind, ist über diesen Pilz nie mehr etwas Weiteres bekannt geworden. Man ist daher bis heute über ihn nur auf Vermutungen angewiesen gewesen, und diese gingen meinerseits (1886 p. 47, 1890 p. 85) dahin, daß es sich vielleicht um ein deformiertes Vorkommen von *Ithyphallus impudicus* handeln könnte: Da man damals außer *Ithyphallus* keine andere Phallacee von diesem Typus kannte, so deutete ich die fibres blanches in der Gleba als Netzleisten des Hutes. Und so mußte denn auch J. REICHERT in seiner Pilzflora Ägyptens (1921) den DELILEschen Pilz unter diesem Namen zitieren. Nun entspricht aber dieses Merkmal des *Phallus roseus* viel genauer den verzweigten Adern, die beim Pilze von Kefar Malal vom Hute aus die Gleba bis außen durchsetzen, denn diese müssen ja nach dem Zerfließen der Sporenmasse als weiße Fasern stehen bleiben. Aber auch die weiteren Eigentümlichkeiten unseres Pilzes lassen sich in DELILEs Beschreibung und Abbildungen wiedererkennen: die weite scheitelständige Öffnung des Receptaculums ist in einer der Figuren von einem auffallenden scheibenartigen Ring umgeben, der nichts anderes sein kann, als der ausgebogene Rand der Mündung, hier horizontal wie rechts in unserer Fig. 2. Und auch die Beschreibung spricht vom bord évasé de l'ouverture terminale de la tige. Ferner wird der relativ steile niedrige Hut (bzw. Gleba) als chapeau en anneau beschrieben. Und endlich sagt DELILE, es sei die Sporenmasse (chapeau) von Teilen der enveloppe de la plante (Volva) bedeckt; aber dazu ist zu bemerken, daß in einer der Abbildungen ein Teil dieser Bedeckung ebenso wie der Stiel rosa gehalten ist, so daß wir es an dieser einen Stelle jedenfalls mit der von uns beschriebenen Platte zu tun haben, welche die Receptaculummündung bedeckt.

Nach alledem kann nicht daran gezweifelt werden, daß der REICHERTsche Pilz von Kefar Malal mit DELILEs *Phallus roseus* identisch ist. Zugleich wird nun aber letzterer durch unsere Untersuchung in ein neues Licht gesetzt: Die weißen Adern, welche die Gleba bis außen durchsetzen und die Platte, welche den Scheitel des Receptaculums bedeckt, sind nämlich die Hauptmerkmale, auf die ALFRED MÖLLER (1895) seine *Itajahya galericulata* begründet hat. Er sagt darüber: „Wir sehen hier die Gleba durch-

setzt von einer Menge von Adern, welche zum größten Teil aus dem obersten Ende des Receptaculums entspringen. . . . Diese durch die Gleba verlaufenden Adern strahlen von der Ansatzstelle aus schräg nach unten. Nicht stärker ausgebildet als jene finden wir ferner eine dünne Haut, welche von eben derselben Ansatzstelle der Gleba, am Receptaculum dicht anliegend, abwärts verläuft und die Gleba begrenzend eine innere Hutfläche darstellt, von der wiederum aderige Seitenzweige abgehen. . . . Außer den Adern begegnen wir auf dem Längsschnitt einer Menge unregelmäßig gestalteter weißer Tupfen, welche offenbar die Querschnitte und schiefen Schnitte gleicher Adern darstellen wie diejenigen sind, die zufällig in ihrer radialen Erstreckung durch den Schnitt deutlich wurden", und in bezug auf die Platte sagt MÖLLER in der Spezies-charakteristik: „Scheitel des Fruchtkörpers von einer leicht vergänglichen, zerschlitzten, aus Pseudoparenchym gebildeten weißen Mütze bedeckt, welche bald den Kopf des Pilzes zur Hälfte bedeckend, bald kleiner, bisweilen nur andeutungsweise ausgebildet wird." Die Übereinstimmungen unseres Pilzes von Kefar Malal mit *Itajahya galericulata* springen besonders in die Augen bei Vergleichung unserer Figur 1 mit MÖLLERs Fig. 29 auf Tafel VIII. Auch die rundum ungleiche Höhe der Gleba, auf die wir oben hingewiesen haben, findet sich bei *Itajahya* wieder (s. MÖLLERs Taf. V Fig. 1 und 2). — Seither hat auch ROB. E. FRIES (1909 p. 3—7, Tab. 1 und 2) eine Beschreibung und Abbildung von *Itajahya galericulata* nach Exemplaren aus Bolivien gegeben. Er weist wie MÖLLER darauf hin, daß dieser Pilz je nach der verschiedenen Ausbildung und Richtung des Receptaculumrandes, sowie dem Vorhandensein oder Fehlen der Mütze nach deren Ablösung sehr verschiedene Ausbildung zeigen kann. Und unter den von ihm abgebildeten Exemplaren befindet sich (Taf. 2, Fig. 2) auch ein Längsschnitt durch einen „Ei"zustand, der mit unserer Fig. 1 die größte Übereinstimmung zeigt, indem auch hier die Mündung des Stieles sehr weit ist und der Rand desselben in seiner ganzen Breite ein Stück weit nach unten geschlagen ist. — Wenn man dies alles in Betracht zieht, so ergibt sich, daß *Phallus roseus* zu *Itajahya* gestellt werden muß. Doch möchte ich ihn trotz der großen Übereinstimmungen einstweilen nicht mit der Spezies *I. galericulata* identifizieren, einmal wegen der geographischen Verbreitung und andererseits wegen der Rosafarbe seines Receptaculums. Er müßte also jetzt den Namen *Itajahya rosea* (Delile) tragen.

FRIES weist sodann (l. c.) darauf hin, daß auch die von SPEGAZZINI (1899 p. 183 Tab. 4 Fig. 1) beschriebene und ab-

gebildete *Alboffiella argentina* in Wirklichkeit nichts anderes zu sein scheint als eine Entwicklungsform von *Itajahya*. Darüber, ob sie auch als Art mit *I. galericulata* identisch ist, wagt er sich nicht zu äußern, obwohl er es nicht für unwahrscheinlich hält. — Mit *Phallus roseus* hat *Alboffiella argentina* außer den übrigen Merkmalen auch den rosafarbigen Stiel gemeinsam, aber dennoch möchte ich auch hier vorläufig keine Identifikation wagen.

---

**Zitierte Literatur.**

1813. A. R. DELILE: Flore d'Egypte in Description de l'Egypte ou recueil des observations et recherches qui ont été faites en Egypte pendant l'expédition de l'armée française. Publié par les ordres de S. M. l'empereur Napoléon le Grand. Histoire naturelle Tome II, p. 300 Planche 59, Fig. 6.

1886. ED. FISCHER: Versuch einer systematischen Übersicht über die bisher bekannten Phalloideen. Jahrbuch des Botanischen Gartens und des Botanischen Museums zu Berlin, Bd. IV, p. 47.

1890. ED. FISCHER: Untersuchungen zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte und Systematik der Phalloideen. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. 32 I. 1890, p. 85.

1895. ALFRED MÖLLER: Brasilische Pilzblumen. Heft 7 der Botanischen Mitteilungen aus den Tropen, herausgegeben von A. F. W. SCHIMPER. Jena (G. FISCHER), p. 79—100, 148, Tafel V, Fig. 1—4, Taf. VIII, Fig. 27—34.

1899. C. SPEGAZZINI: Fungi argentini novi vel critici. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, T. VI.

1909. ROB. E. FRIES: Über einige Gastromyceten aus Bolivia und Argentinien. Arkiv för Botanik utgifvet af K. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm, Bd. 8, No. 11.

1910. ED. FISCHER: Beiträge zur Morphologie und Systematik der Phalloideen. Annales Mycologici Jahrg. 8, p. 314—321.

1921. J. REICHERT: Die Pilzflora Ägyptens. ENGLERs Botan. Jahrbücher f. Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie, Bd. 56, Heft 5, p. 598—727.

1926. HEINR. LOHWAG: Die Homologieen im Fruchtkörperbau der höheren Pilze. Erster Teil. Biologia generalis Vol II, p. 148—182.

---

## 34. W. Sukatschew: Über einige Grundbegriffe in der Phytosoziologie.

(Eingegangen am 19. 4. 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Es gibt gegenwärtig, wie bekannt, keine einheitlichen Anschauungen über die Grundbegriffe in der Phytosoziologie und in deren Terminologie. Nahezu alle diesbezüglichen Differenzen können auf verschiedene Beantwortung einer Frage zurückgeführt werden, und zwar: ist die Pflanzenassoziation eine Realität oder eine Abstraktion?

Ich möchte mich mit der Kritik des Assoziationsbegriffs als einer konkreten Erscheinung nicht befassen (s. BRAUN-BLANQUET, 1928, p. 20), ich will nur bemerken, daß von diesem Standpunkte aus betrachtet für eine vollständige Vorstellung von der Assoziation die Aufnahme ihres ganzen Areals unbedingt nötig ist, oder wenigstens einer sehr ausgedehnten Fläche, so wie es von ALECHIN (1925, p. 17) gefordert wird. Dieser fußt auf dem Realitätsbegriff der Assoziation und zieht daraus äußerst folgerecht seine Schlüsse betreffs ihrer Untersuchung. Darum verwirft er die Begriffe Konstanten und Minimiareal im Sinne DU RIETZ's (1921) und auch den Begriff „Assoziationsindividuum“. Er hält es nur für erlaubt, von einem „Assoziationsabschnitt“ zu sprechen, ganz unabhängig von dessen Größe. Da ein jeder Assoziationsabschnitt im Vergleich zu den anderen in seiner Artenliste und in seinem Gefüge etwas neues enthält, so kann eine Assoziation, im konkreten Sinne genommen, ihren vollen Ausdruck nur dann finden, wenn die ganze Arealausdehnung betrachtet wird.

Man kann aber die Frage von der Pflanzenassoziation auch von einem anderen Standpunkte aus betrachten, indem man eine von den gewöhnlichen Naturforschungsmethoden anwendet, nämlich die Typisierung solcher Objekte, wodurch wir den abstrakten Begriff von einem bestimmten Objekttypus schaffen. Dieser Begriff erleichtert bedeutend die weitere Erforschung dieser Objekte und das gegenseitige Einvernehmen der Forscher. Wenn man jedoch in Betracht zieht, daß die Mehrzahl der Naturobjekte nicht scharf voneinander geschieden ist, sondern mitunter durch leicht angedeutete Übergänge verbunden ist, so gewinnt die Feststellung der Typen dieser Objekte als im gewissen Sinne abstrakter Begriffe

eine besonders wichtige Bedeutung (vgl. Bodentypen, Pflanzentypen, Tiertypen, Relieftypen usw.). Ohne Zweifel bilden diese Übergänge für den konkreten Assoziationsbegriff große Schwierigkeiten. DU RIETZ (1921, p. 15, 1923, p. 37) versuchte die Ansicht zu verfechten, daß die Assoziationen in der Natur scharf umgrenzt seien. Dem widersprechen aber häufig die beobachteten allmählichen Übergänge zwischen den Assoziationen. RAMENSKIJ (1924) und GERASSIMOW (1928, p. 135) verwerfen vollständig die Gliederung der Pflanzendecke in Assoziationen. Doch ihre Kritik des Assoziationsbegriffs und die Betonung des Ununterbrochenseins der Pflanzendecke hat nur dann einen Wert, wenn die Assoziation als eine konkrete Erscheinung betrachtet wird; wenn aber die Assoziation als abstrakter Begriff, als „ein Ausdruck oder eine Manifestation einer Gesetzmäßigkeit im Aufbau gewisser konkreter Vegetationsabschnitte“ (nach dem Ausspruch NORDHAGENs, 1927, p. 77) genommen wird, dann gibt es zwischen dieser Ansicht und der Definierung der Pflanzendecke als einer ununterbrochenen Erscheinung keinen Widerspruch mehr.

Die Ansicht, daß die Assoziation ein abstrakter Begriff sei, ist augenscheinlich sehr verbreitet (BRAUN-BLANQUET, PAVILLARD 1928, NORDHAGEN 1927, WANGERIN 1925, KELLER 1923, SCHENNIKOW 1927, ANUFRIJEW u. a.). In Wirklichkeit hält sich auch GERASSIMOW an diesen Standpunkt, wenn er den Ausdruck „Assoziation“ gebraucht, obgleich er der Meinung ist, daß er diesem Begriff eine ganz andere Bedeutung beilegt, als es gewöhnlich die Phytosoziologen tun. Er sagt, daß seine Assoziationen nur bedingte Einheiten der Vegetationstypisierung seien (1928, p 135). Es ist klar, daß im gegebenen Falle sein Assoziationsbegriff demjenigen der eben genannten Autoren entspricht. Er fügt sich nur nicht den Ansichten von DU RIETZ, ALECHIN (1925), KATZ (1927), BEKLEMISCHEW (1928), überhaupt denjenigen Autoren, welche die Assoziation nur als Realität behandeln. Aber es wäre kaum richtig, die Assoziation nur als Abstraktion zu betrachten. In dieser Hinsicht existiert eine gewisse Analogie zwischen dem Begriffe „Assoziation“ und dem Begriff Species in der Systematik, worauf schon oftmals in der Literatur hingewiesen wurde. Der Streit über die Frage, ob die Art eine Realität oder eine Abstraktion sei, scheint mir sehr glücklich von TIMIRIASEW (1922, S. 72) gelöst zu sein. Er sagt: „die Art, entgegengestellt der Varietät“, oder besser gesagt, dem einzelnen Individuum, „ist selbstverständlich ein abstrakter Begriff; doch die Arten, eine ganze Reihe von Arten einander entgegengestellt, sind zweifellos ein objektiver Fakt.“

Analog können wir auch sagen, daß, wenn wir den Begriff Assoziation als einen Gesellschaftstypus feststellen, wir dadurch einen abstrakten Begriff schaffen, aber sobald wir gewisse Merkmale dieses abstrakten Begriffes festgestellt haben, so wird er selbstverständlich eine gewisse Reihe konkreter Gesellschaften umfassen.

Die Typen bestimmter Objekte lassen sich selbstverständlich nur feststellen mittels Studiums und Vergleichens einer Reihe konkreter, realer Objekte. Auf solche Weise ist der eigentliche Assoziationsbegriff, als abstrakter Begriff, durch gewisse konkrete Untersuchungsobjekte bedingt. Die meisten Autoren nennen solche konkreten Untersuchungsobjekte Assoziationsindividuen, Einzelbestand, Lokalbestand usw.

Der Begriff Assoziationsindividuum im Sinne der Schweizer Phytosoziologen (BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD 1922 und 1928, BRAUN-BLANQUET 1921 und 1928) wurde schon öfters kritisiert (s. besonders DU RIETZ 1925, NORDHAGEN 1927), und man kann ihn nicht für glücklich getroffen erklären. Ohne diese Kritik zu wiederholen, genügt es zu bemerken, daß sich bei uns mit dem Wort Individuum die Vorstellung von einem bestimmten Ganzen bildet, welches sich scharf von den übrigen seinesgleichen unterscheidet. In Wirklichkeit aber bildet das sogenannte „Assoziationsindividuum" oft keine Pflanzengruppierung, die in der Natur scharf und natürlich umgrenzt wäre, sondern sie verläuft allmählich und unmerkbar in eine andere. Annehmbarer ist der Ausdruck „Einzelbestand" oder „Lokalbestand". Doch ist der Begriff „Bestand" an sich ziemlich unbestimmt und wird in verschiedenem Sinn angewandt (s. GAMS 1918, p. 421, BRAUN-BLANQUET 1921, p. 309). Betrachtet man laut Vorschlag von FLAHAULT und SCHRÖTER (1910, p. 24) die Assoziation als Synonym von „Bestandestypus", dann müßte man für den konkreten Begriff einfach den Ausdruck „Bestand" (s. KYLIN, 1926, p. 90), annehmen. Das ist aber unter den Phytosoziologen heutzutage wenig gebräuchlich.

In der russischen Literatur wird schon längst und oft in diesem konkreten Sinne einfach der Ausdruck Pflanzengesellschaft gebraucht. Ein bestimmter Vorschlag wurde in dieser Richtung schon im Jahre 1909 (1910, p. 150) meinerseits gemacht. Im selben Sinne gebrauchte das Wort „Gesellschaft" MOROSOW (1912, deutsch 1928, p. 56), indem er den Begriff „Waldgesellschaft" dem Wort „Bestand" gleichstellte. Das wurde auch von der Kommission für die Feststellung der Nomenklatur in der Phytogeographie der Russ. Bot. Gesellschaft angenommen (s. SUKATSCHEW 1917, p. 3). Sehr entschieden äußerte sich in diesem Sinne auch B. A. KELLER

(1923, S. 49). So wird auch dieser Ausdruck von anderen russischen Phytosoziologen benutzt (SCHENNIKOW 1927, p. 65, ANUFRIJEW u. a.).

Die Anwendung des Ausdrucks „Pflanzengesellschaft" in diesem konkreten Sinne schließt auch nicht die Möglichkeit eines Gebrauchs desselben in allgemeinerem Sinne aus in allen Fällen, wo überhaupt von sozialen Äußerungen der Pflanzenwelt die Rede ist. So gebraucht man bei uns den Ausdruck „Gesellschaft" auch in einer mehr unbestimmten Bedeutung für verschiedene Vereinigungen von Menschen zur Erreichung irgend eines Zieles mit vereinten Kräften und für jeden konkreten Fall. Analog wäre auch die Anwendung des Ausdrucks „Boden", einerseits spricht man von einem Boden an sich, als eines naturgeschichtlichen Objekts, und anderseits von dem Boden eines bestimmten Ortes. Eigentlich gebrauchen wir das Wort „Pflanze" gewöhnlich auch in diesem Doppelsinn: bald bezeichnet es eine bestimmte Organismenart, bald ein einzelnes konkretes Individuum.

In Westeuropa und Amerika gebraucht man den Ausdruck „Gesellschaft" in einem etwas anderen Sinne, folgend in dieser Beziehung der Weisung von FLAHAULT und SCHRÖTER (1910, p. 24), welche auf dem Brüsseler Internationalen Botanischen Kongress folgenden Vorschlag machten: „Es ist wünschenswert, in jeder Sprache eine allgemeine Bezeichnung für synoekologische Einheiten jeden Ranges zu haben. Wir schlagen vor, im Deutschen hierfür das Wort „Pflanzengesellschaft" zu gebrauchen".

Spricht man jedoch von einer Klassifizierung oder einer Systematik der Gesellschaften, so meint man ohne Zweifel im Grunde genommen, die Gesellschaft im konkreten Sinne; analog meint man, wenn man von der Klassifizierung oder der Systematik von Pflanzen spricht, konkrete Pflanzen. Im selben konkreten Sinne meint man auch die Gesellschaft, wenn man von den Untersuchungsmethoden betreffs Gesellschaftsorganisation, ihrer Struktur, spricht (s. BRAUN-BLANQUET und PAVILLARD 1928, p. 2). So wird auch in der westeuropäischen Literatur der Ausdruck Pflanzengesellschaft im Sinne einer konkreten Pflanzengruppierung gebraucht. KYLIN (1926, p. 90) hat vollkommen recht, wenn er sagt, er habe „das Bedürfnis nach zwei Wörtern — eines für die einzelnen Gesellschaften und eines für den Gesellschafttypus: jenen können wir als Bestand, diesen als Assoziation bezeichnen". Es wäre selbstverständlich das einfachste, sich auf zwei Worte zu beschränken: „Gesellschaft" und „Gesellschafttypus." Da jedoch der letzte Ausdruck wenig verbreitet ist, und man gewöhnlich das Wort „Assoziation"

gebraucht, so wird es am besten sein, die Ausdrücke „Gesellschaft“ und „Assoziation“ beizubehalten.

Eine besondere Stellung nimmt bei dieser Frage NICHOLS ein (1923, p. 17 u. w.), indem er vorschlägt, den Ausdruck Assoziation sowohl im abstrakten, als auch im konkreten Sinne zu gebrauchen. Solches ist kaum bequem. Falls man das Wort Assoziation im konkreten Sinne gebrauchen wollte, so wäre es logisch, im abstrakten Sinne von einem Assoziationstypus zu sprechen. Dabei ist laut NICHOLS der Assoziationstypus nur ein ökologischer Begriff (ecological association-type). PACZOSKI (s. 1921, p. 14, 1925b, p. 122) ist geneigt, beide Begriffe „Assoziation“ und „Pflanzengesellschaft“ als Synonyme und im konkreten Sinne zu betrachten.

Indem wir den Ausdruck „Pflanzengesellschaft“ in dem von mir vorher erwähnten Sinne anwenden, können wir nach KYLIN sagen, daß die Assoziation ein bestimmter Gesellschaftstypus sei. Doch dann entsteht die Frage, was denn charakteristisch sein soll für den Typus, welche Gesellschaftsmerkmale dem einen oder dem anderen Typus, d. h. der einen oder der anderen Assoziation, zugesprochen werden sollen. Denn so wie wir einen Unterschied machen zwischen Art- und Individuummerkmalen, ebenso können wir von solchen Merkmalen sprechen, welche einer Assoziation eigen sind, und von anderen, welche einzelnen Gesellschaften angehören.

Ist die Assoziation nun einmal eine phytosoziologische Einheit, so muß auch zugegeben werden, daß die Basis bei der Zuordnung einzelner Gesellschaften zu einer Assoziation der einheitliche Charakter der sozialen Beziehungen zwischen den Pflanzen in der Gesellschaft sein muß.

In der west-europäischen Literatur ist schon oft die Frage aufgeworfen worden, ob die Assoziation ein floristischer oder ein ökologischer Begriff sei. Ich möchte diese Frage folgendermaßen beantworten: die Assoziation ist weder ein floristischer noch ein ökologischer Begriff, sondern nur ein phytosoziologischer. Die Floristik und die Ökologie sind hierbei nur insofern von Bedeutung, als sie die phytosoziologischen Eigenschaften der Gesellschaft bestimmen.

Was nennen wir denn nun soziale Beziehungen in den Pflanzengesellschaften? Das sind die Beziehungen, welche die Pflanzen unter sich aufrecht erhalten im Ausnutzungsprozeß der Nährkräfte ihres Standorts, beim Prozeß der Energieübertragung aus der anorganischen Natur in die Pflanzenmasse der Gesellschaft, deren Charakter die Dynamik der Gesellschaft bezeugt. Den

Charakter dieser Sozialverhältnisse bestimmen 1. die Eigenschaften der Arten, welche die Pflanzengesellschaft bilden, 2. die räumliche Verteilung derselben in der Gesellschaft, 3. der Grad ihres Gedeihens und 4. die Zusammenwirkung mit den Standortsbedingungen. Die räumliche Verteilung der Pflanzen in der Gesellschaft und der Grad des Gedeihens der letzten sind abhängig einerseits von den Eigenschaften der Pflanzen und andererseits von der direkten Einwirkung der Standortsbedingungen auf die Pflanzen, und auch von der indirekten Einwirkung auf die Pflanzen durch den Einfluß auf die Richtung des Wettbewerbs.

Also wird der Charakter der sozialen Beziehungen der Pflanzen innerhalb ihrer Gesellschaft einerseits von der Artenkombination bestimmt, andererseits von den Standortsfaktoren, oder, genauer ausgedrückt, von der Gesamtwirkung der direkten Standortsfaktoren, mitinbegriffen die primären und sekundären Standortsfaktoren im Sinne Th. FRIES (1925), welche sich vielleicht besser als exogene und endogene bezeichnen ließen, da erstere außerhalb der bestimmten Gesellschaft von der Natur geschaffen werden, letztere aber in ihr selbst entstehen. Die Ausdrücke „direkte“ und „indirekte“ Faktoren wurden in verschiedenem Sinne gebraucht (s. z. B. CLEMENTS 1920, S. 36). Ich werde sie des weiteren im Sinne von GAMS gebrauchen (1918, s. p. 309) und von RAMENSKIJ (1925, p. 2), welcher die indirekten Faktoren „entopisch“ nennt.

Doch genügt es vielleicht, allein die Artenliste unserer Pflanzengesellschaft in Betracht zu ziehen? Diese Frage muß entschieden verneint werden, da ein und dieselbe Artenkombination bei verschiedenen Standortsfaktoren sich ganz verschieden verhalten kann; es können sich die Arten in ungleichem Grade an der Zusammensetzung der Gesellschaft beteiligen, es kann der Charakter des Gedeihens und der Verjüngung einzelner Pflanzen ein verschiedener sein, daher auch eine ungleiche Sukzessionsrichtung u. s. f.; wesentlich wird, im Grunde genommen, der Charakter der phytosozialen Beziehungen sein, d. h. es werden sich Gesellschaften finden, welche verschiedenen Assoziationen angehören. Also ließe sich die Assoziation genügend charakterisieren durch ihre Artenkombination und ihr Medium, wenn beim letzten der ganze Komplex aller direkten Standortsfaktoren in ihrer Gesamtwirkung auf die Gesellschaft bezeichnet wird. Doch praktisch würden wir in diesem Falle auf unüberwindliche Hindernisse stoßen, da wir gegenwärtig erstens nicht alle direkten Faktoren berechnen können und zweitens noch weniger ihren gegenseitigen Einfluß und ihre Gesamteinwirkung auf die Pflanzengesellschaft zu beurteilen vermögen. Aus prak-

tischen Gründen müssen wir darum als Kriterium der Gleichheit der phytosozialen Beziehungserscheinungen solche Merkmale heraussuchen, welche möglichst anschaulich die Wirkung des Mediums direkter Faktoren schildern. Dergleichen wären die Struktur und die Verjüngung der Gesellschaft. Die Struktur besteht aus folgenden Momenten: 1. Schichtung, 2. phänologische Periodizität der Aspekte und 3. Zusammensetzung der Schichten und der phänologischen Aspekte. Letztere finden ihren Ausdruck a) im Vorhandensein gewisser Synusien[1]), b) in der relativen Rolle der einzelnen Arten bei der Zusammensetzung der Schichten und der phänologischen Aspekte, c) in der Homogenität ihrer Zusammensetzung und d) in ihrem allgemeinen Deckungsgrad.

Über die Gesellschaftsverjüngung ziehen wir unsere Schlüsse aus dem Vorhandensein und dem Zustand des Nachwuchses seiner verschiedenen Elemente.

Also sind Artenkombination, Struktur und Verjüngung diejenigen Merkmale, welche wir zur Bestimmung der Assoziationszugehörigkeit einzelner Gesellschaften gebrauchen.

Es entsteht aber die Frage, in welchem Maße die Benutzung der Artenliste zur Feststellung der Assoziation unentbehrlich ist. Natürlich kann man nicht fordern, daß die Gesellschaften einer Assoziation in ihrer ganzen Artenliste identisch seien, denn wir können keine zwei in der Artenliste völlig gleiche Gesellschaften finden. Von dem Begriff ausgehend, daß die Assoziation der Typus von Gesellschaften mit gleichartigen phytosoziologischen Beziehungen ist, halten wir es für nötig, diejenigen Arten als

---

1) Der Ausdruck Synusie ist von GAMS eingeführt worden (1918, p. 421), freilich in einem weiteren Sinne gemeint, als ich ihn gebrauche. Meine Auffassung entspricht derjenigen von BRAUN-BLANQUET (1921, S. 309). Unabhängig von diesem Autor ist von KELLER (1923, p. 7) für diesen Begriff der Ausdruck „Obschtscheshytie“, Lebensgemeinschaft, vorgeschlagen worden (von KELLER ins Deutsche als „Genossenschaft“ übersetzt, s. auch ALECHIN, 1926, S. 18), er bezeichnet die Genossenschaft als einen Gesellschaftsteil, floristisch und ökologisch gesondert und durch eine gewisse phytosoziale Selbstständigkeit ausgezeichnet. Obgleich diese Begriffsformulierung mit der von BRAUN-BLANQUET gegebenen nicht übereinstimmt, ist sie im Grunde genommen doch ein und dasselbe. Mir scheint, daß „society“ von TENSLEY (1923, S. 39) und NICHOLS (1923, S. 14), „Soziation“ von RUBEL (1927, S. 35) im wesentlichen einander nicht widersprechen. Im weiteren werde ich den Ausdruck Synusie gebrauchen, welcher, meiner Ansicht nach, der bequemste ist. Jedoch rechne ich die jahreszeitlichen Aspekte nicht zu den Synusien. Synusien können nur als Teile eines Aspektes gelten. Auch ist die Synusie ganz konkret gemeint, sie ordnet sich der Gesellschaft an.

bestimmend für die Assoziation anzuerkennen, von welchen der allgemeine Charakter dieser sozialen Beziehungen innerhalb der Gesellschaft abhängt. Zu diesen gehören z. B. 1. diejenigen Arten, welche die Struktur der Gesellschaft bestimmen, d. h. ihre Schichtung, ihre phänologische Periodizität und den Charakter der Zusammensetzung einer jeden Schicht, ebenso auch des phänologischen Aspektes, 2. diejenigen Arten, welche das Vorhandensein eines besonderen Mediums bedingen, welches von der Gesellschaft gebildet wird, d. h. Arten, welche einen Komplex endogener (sekundärer im Sinne TH. FRIES) Faktoren bilden. Daraus geht hervor, daß eine genaue Feststellung der Arten, welche in der Assoziation hohen soziologischen Wert haben, d. h. ihrer Determinanten, eigentlich eine ganz klare Vorstellung von der phytosozialen Rolle einer jeden Art voraussetzt. Über die Wichtigkeit der Schätzung des phytosozialen Wertes jeder Art in der Gesellschaft schrieb ich schon im Jahre 1917 (SUKATSCHEW 1917, S. 7), wobei ich forderte, bei den Pflanzen der Gesellschaft genau verschiedene phytosoziale Typen zu unterscheiden. Zu den Determinanten werden die phytosozialen Typen der höchsten Kategorie gehören. In der letzten Zeit wird die Bedeutung des sozialen Wertes der Arten besonders hervorgehoben von LÜDI (1928, S. 85), welcher der Meinung WANGERINs folgend (WANGERIN 1925, S. 50) diesen Arten die Benennung Charakterarten gibt. Diese Benennung ist gut, und ich habe sie auch früher in diesem Sinne gebraucht (s. die Arbeit von NOSKOWA 1928, S. 22). Doch der Ausdruck Charakterart wird öfters in der phytosoziologischen Literatur im Sinne von BRAUN-BLANQUET gebraucht (1928, S. 52). Dabei sind die Charakterarten von WANGERIN und LÜDI nicht genau das, was ich meine, wenn ich über Determinanten rede. Um kein Mißverständnis hervorzurufen, werde ich im weiteren diesen letzten Ausdruck gebrauchen. Klare Vorstellung von der phytosozialen Rolle einer jeden Art kann nur das Resultat langdauernder stationärer Arbeit von Komplexcharakter sein, wobei nicht nur das Leben der Pflanzen und ihr Verhalten in der Gesellschaft beobachtet wird, sondern auch die Tierwelt und ebenfalls Klima und Boden im Bereich der Gesellschaft in Betracht gezogen wird. Beim gewöhnlichen Exkursionsverfahren muß man sich begnügen mit der bloßen Untersuchung der Gesellschaftstruktur, um daraus auf den phytosozialen Wert der einzelnen Arten zu schließen. Wir sind gezwungen, als Determinanten einer Assoziation solche Arten anzuerkennen, welche die Schichtung, die phänologischen Gesellschaftsaspekte, das Vorhandensein in der Gesellschaft einzelner

Synusien bestimmen, und die eine bedeutende Rolle bei der Zusammensetzung jeder einzelnen Schicht oder jedes phänologischen Aspektes spielen. Solches kann beim Exkursionsverfahren in der Vegetationsforschung am besten durch die Gesamtschätzung berechnet werden, entweder nach der BRAUN-BLANQUET-Methode (1928), oder durch die abgeänderten DRUDE'schen Zeichen, welche in Rußland stark verbreitet sind (SUKATSCHEW, 1927). Danach sollen als Determinanten alle Arten gelten, welche nicht unter 3 Grad oder cop. 1 eingeschätzt werden. In der undichten Schicht können zu Determinanten auch Arten minder hohen Grades erhoben werden.

Die hier angeführte Assoziationsbestimmung nähert sich derjenigen von NICHOLS (1923, S. 17 u. f.), welcher den Satz aufstellt, daß die Assoziation als eine Abstraktion im Grunde durch ihre konstante Physiognomie charakterisiert wird und durch die ökologische Struktur und im wesentlichen durch den konstanten floristischen Bestand, wenigstens in bezug auf die dominanten Arten. Von der Physiognomie rede ich darum nicht, weil die Gemeinsamkeit der Determinanten schon die Gemeinsamkeit der Physiognomie voraussetzt. Außerdem decken die Determinanten in meinem Sinne die Dominanten und Subdominanten (dominant species and subdominant species) von NICHOLS. Den Ausdruck Dominanten vermeide ich absichtlich, da er im mannigfachsten Sinne gebraucht wird (vgl. noch DU RIETZ, 1928, S. 26; GORDJAGIN, 1922, S. 149). Außerdem lege ich großes Gewicht auf die Erwähnung der Verjüngung, als eines Kriteriums für die Vereinigung der Gesellschaften in Assoziationen.

Es versteht sich von selbst, daß weder alle Konstanten von DU RIETZ, noch die Charakterarten BRAUN-BLANQUETs Assoziationsdeterminanten im gegebenen Sinne sein können. Die Art kann eine Konstante sein, d. h. fast 100 % Frequenz auf der einmetrigen oder beliebig großen Probefläche aufweisen und kann bei alledem im Gesellschaftsaufbau, im Bestimmen ihrer phytosozialen Beziehungen eine so nichtige Rolle spielen, daß das Verschwinden dieser Art aus der Gesellschaft weder die Struktur der Gesellschaft, noch ihre Dynamik stören wird. Ebenso kann die Art einen starken Grad von Assoziationstreue besitzen, d. h. sie kann nur dieser allein eigen sein und dabei gleichzeitig so selten anzutreffen sein und in so geringer Anzahl, daß ihre phytosoziale Rolle in der Gesellschaft fast nichtig ist. Es widerspricht dem nicht, daß die Art, welche der gegebenen Assoziation treu ist, ein guter Indikator jener Bedingungen sein kann, welche dieser Assoziation zu eigen

sind, aber im Aufbau ihrer Gesellschaften, in ihrem Leben, kann sie nur eine geringe Rolle spielen, d. h. sie kann nicht zu ihren Determinanten gehören.

Doch wenn auch nicht alle Konstanten Determinanten sein können, so müssen doch umgekehrt alle Determinanten Konstanten sein. DU RIETZ (1928, p. 26) nähert sich jetzt einigermaßen, wie man aus seiner neuesten Arbeit sieht, dieser Auffassung der Konstantenrolle in der Assoziation, wenigstens unterstreicht er besonders die Konstanten, welche in der Assoziation dominieren (s. gleichfalls WANGERIN 1925, p. 50; NORDHAGEN, 1928, p. 76). Ich denke, daß im Grunde genommen die Mehrzahl der Phytosoziologen, sogar diejenigen, die von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen, in der Praxis für die Feststellung der Assoziationen in der Natur die Gesellschaftsartenlisten gerade in dem Sinne benutzen, wie ich vorhin erwähnte. Jedoch genügt die Feststellung der Determinantenliste allein für die genaue Bestimmung der Assoziation nicht. Unbedingt nötig sind auch alle übrigen obengenannten Merkmale, bei deren Anwendung immer im Auge behalten werden muß, daß sie uns im gegebenen Falle insoweit interessieren, als sie die phytosozialen Beziehungen in der Gesellschaft ausdrücken. Obgleich die von mir angebotene Formulierung zur Definition des Assoziationsbegriffs etwas anders als bei WANGERIN (1925, S. 40) und LÜDI (1928, S. 88) ausfällt, meine ich doch, daß der Umfang des Begriffes Assoziation in meiner Vorstellung sich von dem Umfange ihres Begriffes nicht wesentlich unterscheidet, ebenso wie auch von der NORDHAGENs (1928, wenigstens in bezug auf die Waldassoziation). Im Vergleich mit den polnischen Botanikern fasse ich anscheinlich die Assoziation im engeren Sinne auf. So z. B. die Varianten der Fichtenassoziation — *Picetum normale* und *P. myrtillosum* (SZAFER, PAWLOWSKI und KULCZYNSKI, 1923, S. 17 u. f.) oder Assoziationsrassen — *Abieto-Fagetum pieninnicum* und *Fagetum myrtillosum* (KULCZYNSKI 1928, S. 122) hatte ich als selbständige Assoziationen betrachtet. Gewisse Schwierigkeiten können dann vorkommen, wenn wir es mit einem Mosaikcharakter der Vegetation zu tun haben. Wenn auch in unserem Sinne die Assoziation ein enger Begriff ist (jedoch nicht gar so eng wie bei DU RIETZ), so kann doch die Frage entstehen, wann man im gegebenen Falle es nur mit einer Assoziation oder mit einem Assoziationskomplex zu tun hat. Um eine klare Antwort auf diese Frage zu geben, will ich mich kurz bei einem Beispiel aufhalten, welches ich bei den Untersuchungen der Waldassoziationen im Busuluker Forst, Gouvernement Samara, im Jahre 1927 fand.

Im nördlichen Teil des Forstes steht auf sanft gegen Norden ansteigendem Gelände auf tiefem Sandboden ein reiner Kiefernwald, der in bedeutendem Umkreis in seiner Zusammensetzung, seinem Wuchs und der Geschlossenheit der Kronen sehr gleichartig ist. Die Haupteigentümlichkeit dieser Waldbestände besteht darin, daß in der Krautschicht Herden von *Pteridium aquilinum* verstreut sind, welche einen Durchmesser von 3—5 bis zu einigen Dutzend Meter aufweisen. Zwischen den Herden fehlt das *Pteridium* vollständig. Nachdem hier eine Probefläche auf 1/4 Hektar genommen worden und die Pflanzenliste angefertigt war, stellte es sich heraus, daß auf ihr 37 Arten der Krautschicht wuchsen und 4 Moosarten. Ein Vergleichen der von *Pteridium* eingenommenen Flächen mit denen von ihm gemiedenen zeigte den Unterschied in der Zusammensetzung der Vegetation:

| | Teil der Probefl. mit *Pteridium.* | Teil der Probefl. ohne *Pteridium.* |
|---|---|---|
| 1. Gesamtdeckungsgrad der Probefläche . | 0 9 | 0 1 |
| 2. Dasselbe, doch ohne *Pteridium* . . . . | 0 05 | — |
| 3. Die Gesamtartenzahl der Krautschicht . | 24 | 31 |
| 4. Die Gesamtartenzahl der Moosschicht . | 2 | 4 |

Außer diesen Differenzen unterscheidet sich die Pflanzenzusammensetzung auch einigermaßen dadurch, daß bei weitem nicht alle Arten, die unter dem *Pteridium* wuchsen, auch außerhalb seiner Herde vorzufinden waren. Außer diesem Unterschied muß auch noch zugegeben werden, daß auch das Medium, in welchem sich die *Pteridium*-Herden entwickeln, nicht dasselbe sein kann, wie außerhalb ihres Standorts, schon allein darum, weil das *Pteridium* den Boden bedeutend beschattet, eine dicke Schicht seiner abgestorbenen Teile ablagert, im Boden ein dichtes Rhizom- und Wurzelgeflecht entwickelt und dergl. mehr.

Es ensteht die Frage: haben wir im gegebenen Fall zwei Assoziationen (mit *Pteridium* und ohne dasselbe) oder nur eine einzige? Im wesentlichen kommt es auf folgendes an: Sollen wir auf dieser Probefläche im ganzen eine einzige Gesellschaft suchen, oder sollen wir eine jede *Pteridium*herde für eine Gesellschaft ansehen, die zwischen anderen *Pteridium*losen Gesellschaften eingestreut ist?

Um diese Frage zu beantworten, möchte ich zuerst eine andere Frage lösen, nämlich die, wodurch die herdenweise Ver-

teilung des *Pteridium* begründet ist. Da ein Einfluß des Menschen hier ausgeschlossen ist, können nur drei Lösungen dieser Frage gedacht werden. Eine solche Verteilung des *Pteridium* konnte das Resultat entweder der Differenz exogener (primärer im Sinne TH. FRIES) Faktoren sein, z. B. infolge des Wechsels im Mikrorelief, was eine ungleiche Feuchtigkeit hervorrief, oder die Folge verschiedener Mineralbestände, oder auch die Folge der Differenz endogener (sekundärer im Sinne TH. FRIES) Faktoren, z. B. Verschiedenheiten in der Verteilung der Holzgewächse, welche verschiedene Beleuchtungsverhältnisse hervorrufen, des Wettbewerbes der unterirdischen Teile u. a. mehr; und schließlich könnte, ganz unabhängig von den Standortsfaktoren, der Grund allein in der zufälligen Sporenverbreitung und der Vermehrung des *Pteridium* mittels der Rhizome liegen. Da wir uns vorgenommen haben, als Gesellschaft die ganze Pflanzengruppe, die auf der Fläche durch wechselseitige Beziehungen vereint ist, im Prozeß der Ausnutzung der Umweltfaktoren anzusehen, da sie ein Ganzes bildet, ein gemeinsames Leben führt, so wird es verständlich, daß nur im ersten Falle, d. h. wenn die Verteilung des *Pteridium* das Resultat exogener Faktoren ist, wir hier unbedingt zwei Assoziationen annehmen müssen. Falls aber im gegebenen Falle endogene Faktore wirken, so muß die Einwirkungsart der Gesellschaft auf das Medium näher erörtert werden. Wenn die Einwirkung der Gesellschaft eine derartige ist, daß das unter ihrem Einfluß veränderte Medium keine Rückveränderungen mehr erleidet, wie z. B. bei der Veränderung des Bodens durch den Einfluß des Waldes, oder bei dem Anwachsen des Torfes u. s. f., dann haben wir hier ebenfalls zwei Assoziationen. Wenn aber dieser Einfluß schwankenden Charakters ist und wir die ganze Zeit hindurch Veränderungen der Standortsfaktoren auf der gegebenen Fläche bald nach der einen, bald nach der anderen Seite haben, wenn z. B. die Verteilung des *Pteridium* mit der Verbreitung des Wurzelsystems der Bäume oder der natürlichen Lichtungen zwischen ihren Kronen verbunden ist, dann haben wir bloß e i n e Assoziation. Dasselbe hätten wir auch in dem Falle, wenn die *Pteridium*herdenverteilung das Resultat zufälliger Sporenverbreitung wäre und die *Pteridium*herde, nach mehrjährigen Gedeihen am selben Ort, schließlich ausstürben, um sich dann irgendwo abseits zu neuem Leben zu entwickeln, dann hätten wir wiederum nur e i n e Assoziation. Falls aber festgestellt wäre, daß das *Pteridium*, wo es sich einmal angesiedelt hat, seinen Platz auch längere Zeit behauptet und seine Verteilung nicht immerfort wechselt, seine Herden nicht von einem Ort zum anderen

wandern läßt, dann müßten wir hier ebenfalls zwei Assoziationen annehmen. Da auf der genannten Probefläche allem Anschein nach die Herdenverbreitung des *Pteridium* eine Folge zufälliger Ansiedlung ist, wobei die Herden immerfort von einem Ort zum anderen wandern, so haben wir hier eine Gesellschaft aus zwei Synusien zusammengesetzt.

Also, wenn wir einen Teil der Oberfläche mit mosaikartiger Pflanzenverteilung haben, folglich auch mit einem Mosaik direkter Standortsfaktorenkombination, d. h. einem Mosaik verschiedener Medien, so werden wir hier eine Gesellschaft haben in dem Falle, wenn dieses Mosaik nur durch ungleiche Einwirkung der verschiedenen Gesellschaftsteile auf die Standortsfaktoren hervorgerufen wird und keinen ständigen Charakter trägt, sondern veränderlich ist und fortwährend um eine gewisse Mitte schwankt. Falls aber das Vegetationsmosaik aus verschiedenen Gesellschaften besteht und hervorgerufen wird aus einem entsprechenden Kombinationsmosaik direkter Faktoren, von stabilem, sich nicht um eine mittlere Größe bewegendem Charakter, dann haben wir Gesellschaften verschiedener Assoziationen, unabhängig von dem, ob im gegebenen Falle das Mediummosaik durch exogene Faktoren hervorgerufen wurde, oder ob an ihrer Bildung die Vegetation mitgeholfen hat. In diesem Falle gäbe es nicht nur eine Assoziation, sondern einen Assoziationskomplex.

In der russischen Literatur ist zuweilen in diesem Sinne der Ausdruck „Komplexassoziation" angewandt worden. Doch würde dieser Ausdruck besser zum obenerwähnten Falle von *Pinetum* mit *Pteridium* passen. In diesem Sinne benutzen diesen Ausdruck auch Y. BOGDANOWSKAJA-GUIHÉNEUF (1928, p. 279) und Z. SMIRNOWA (1928, p. 250). Aber in Anbetracht der leicht möglichen Verwechslung der Ausdrücke „Komplexassoziation" und „Assoziationskomplex", was schon in der russischen Literatur beobachtet wurde, wäre es ratsam, dem Ausdruck „Komplexassoziation" ganz zu entsagen. In solchen Fällen wie *Pinetum* mit *Pteridium* wäre es besser, von einer Mosaikassoziation zu sprechen und demgemäß auch von einer Mosaikgesellschaft. Die Mosaikgesellschaft also setzt sich zusammen aus einzelnen stark ausgeprägten Synusien. Und doch wird nicht eine jede Gesellschaft, in welcher man besondere Synusien erkennen kann, eine Mosaikgesellschaft sein, z. B. wenn sich die Synusien nur von einzelnen Schichten ausgebildet haben, denn dann können wir nur von einer Schichtengesellschaft reden (analog der Schichtenassoziation). Eine Mosaikgesellschaft wird es nur dann sein, wenn die einzelnen Synusien

nicht in senkrechter, sondern in wagerechter Richtung verteilt sind, wenn sie ein Mosaik auf der Erdoberfläche bilden.

Somit können wir zwei der wichtigsten Grundbegriffe der Phytosoziologie folgendermaßen formulieren:

Die Pflanzengesellschaft ist eine reale Gesamtheit von Pflanzen, welche unter gegenseitiger Einwirkung stehen, die sich in der Adaption an die gemeinsame koordinierte Ausnutzung der Naturkräfte des Standorts äußert und gleichzeitig auch im Verhältnis zueinander sowohl im Wettbewerb, als auch in der gegenseitigen Unterstützung; dabei befindet sich das ganze System in labilem Gleichgewicht, welches dem gesetzlichen Entwicklungsprozeß unterworfen ist[1]). Dieses System der gegenseitigen Einwirkung der Pflanzen, die phytosozial genannt werden kann, bildet das Wesen der Gesellschaft; das System ist begründet auf den Wechselbeziehungen der Artenkombination der Gesellschaft und ihres Mediums, d. h. auf dem Komplex der direkten Standortsfaktoren, und findet seinen Ausdruck, außer in der Artenliste, noch in der Struktur der Gesellschaft und in deren Verjüngung. Unter Gesellschaftsstruktur verstehen wir: 1. Schichtung, 2. phänologische Periodizität der Aspekte und 3. Zusammensetzung der Schichten und der phänologischen Aspekte, welche ihren Ausdruck finden a) im Homogenitätsgrad ihrer Zusammensetzung, b) im Vorhandensein bestimmter Synusien, c) in der verschiedenen Teilnahme der einzelnen Arten bei der Zusammensetzung der Schichten und der phänologischen Aspekte und d) im Gesamtdeckungsgrad.

Die Pflanzenassoziation (Gesellschaftstypus) umfaßt die Gesellschaften, welche in phytosozialer Beziehung überein-

---

1) Diese Formulierung der Bestimmung einer Gesellschaft nähert sich der Formulierung, welche mein Schüler DINGELSTEDT (1928, p. 226) gibt. Die Auffassung von der Gesellschaft als einem System, welches sich in labilem Gleichgewicht befindet, wurde besonders entwickelt von RAMENSKIJ (1918), ELENKIN (1921), ILJINSKIJ (1921) und ALECHIN (1927). Die Vorstellung von der Pflanzengesellschaft als einer Gesamtheit von Pflanzen, die bestrebt ist, in möglichst hohem Grade die Naturkräfte des Standorts auszunutzen, wurde zuerst von J. K. PACZOSKI (1921, p. 13) entwickelt. Für ein noch besseres Kennzeichen der Gesellschaft hält er die Deckung der angegebenen Erdfläche mit der größten dauernden ununterbrochen existierenden, lebendigen Pflanzenmasse, was durch die Vereinigung von ökologisch verschiedenartigen Pflanzen in der Gesellschaft erwirkt wird. Das letzte Merkmal in der Definition des Assoziationsbegriffes, die ich soeben anführte, wird von mir nicht angenommen, da ich im Gegensatz zu PACZOSKI auch die Gesellschaft als eine Pflanzengruppierung aus einer Art bestehend halte. Das zweite Prinzip von PACZOSKI realisiert sich nur im Sukzessionsprozesse von Pflanzengesellschaften bei deren Annäherung zur Schlußassoziation (Climaxassoziation).

stimmen oder, anders gesagt, die in der Determinantenzusammensetzung und im Komplex der direkten Standortsfaktoren gleichartig sind. Doch da wir die biologische Gleichwertigkeit der Standorte (im Sinne von CAJANDER, 1909, p. 94) nicht unmittelbar feststellen können, so vereint die Assoziation, praktisch genommen, Gesellschaften, welche in der Determinantenzusammensetzung, in der Struktur und in der Verjüngung übereinstimmen.

Die Hauptaufgabe der Phytosoziologie besteht in der Untersuchung der Pflanzengesellschaft als eines Systems, welches auf die Ausnutzung der Naturkräfte des Standortes gerichtet und ihnen angepaßt ist.

Leningrad, Forstinstitut, April 1929.

---

### Zitierte Literatur.


1. ALECHIN, W. W., Grundbegriffe in der Lehre von Pflanzengesellschaften. Berichte d. Bergakademie Moskau. 1922 (russisch).
2. —, —, Ist die Pflanzenassoziation eine Abstraktion oder eine Realität? ENGLERs Bot. Jahrbücher, 60. Beibl. N 135, Leipzig, 1925.
3. —, —, Was ist eine Pflanzengesellschaft? Ihr Wesen und ihr Wert als Ausdruck des sozialen Lebens der Pflanzen. Übersetz. v. S. RUOFF. Beihefte XXXVII. Repertorium FEDDE. 1926.
4. BEKLEMISCHEW, W., Der Organismus und Biocoenose. Traveaux de l'Institut des recherches biologiques à l'Université de Perm. 1928 (russisch mit deutsch. Resumé).
5. BOGDANOWSKAJA-GUIHÉNEUF, Y., Die Vegetation der Hochmoore des russischen Ostbaltikums. Traveaux de l'Institut des sciences naturelles de Peterhof. N 5. 1928 (russisch mit deutsch. Resumé).
6. BRAUN-BLANQUET, J, Principien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrbuch d. Gallisch. Naturwiss. Gesell. 52. II. 1921.
7. —, —, Pflanzensoziologie. Berlin. 1928.
8. —, —, et PAVILLARD, J., Vocabulaire de Soziologie végétale. 1. Edition 1922, 3. Edition 1928.
9. CAJANDER, A. K., Über Waldtypen. Fennia. 28. 2. (Acta forest. fenn.) Helsingfors. 1909.
10. CLEMENTS, F. E., Plant indicators. The relation of plant communities to process and practice. Washington. 1920.
11. DINGELSTEDT, F., Über einige Grundbegriffe der Phytosoziologie. Tagebuch d. III. russischen bot. Kongreß. 1928. Leningrad (russisch).
12. DU RIETZ, G. E., Zur methodologischen Grundlage der modernen Pflanzensoziologie. Akadem. Abhandl. Upsala. 1921.
13. —, —, Einige Beobachtungen und Betrachtungen über Pflanzengesellschaft in Niederösterreich und den Kleinen Karpathen. Österreich. bot. Zeitschrift. 1923, N 1—5.

14. —, —, Zur Kenntnis der flechtenreichen Zwergstrauchheiden im kontinentalen Südnorwegen. Svenska Växtsocial. Sällskapets Hadlingar. IV. Upsala 1925.

15. —, —, Kritik an pflanzensoziologischen Kritikern. Botaniska Notiser. 1928. Lund 1928.

16. ELENKIN, A. A., Das Gesetz des labilen Gleichgewichts in den Symbiosen und Gesellschaften der Pflanzen. Bulletin du Jardin Bot. Princip. Petersburg, XX. 2. 1921.

17. FLAHAULT, CH. u. SCHRÖTER, C., Phytogeographische Nomenklatur. Berichte und Vorschläge. 3. Congrès internat. de Botanique Bruxelles 1910. Zürich 1910.

18. FRIES, TH. C. E., Über primäre und sekundäre Standortsbedingungen Sv. Bot. Tidskr, 19. Stockholm 1925.

19. GAMS, H, Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. LXIII. 1918.

20. GERASSIMOW, D. A., Beiträge zur Kenntnis der Vegetation eines Hochmoors. Verhandlungen des Wissenschaftlichen Torfforschungsinstituts I. Moskau 1928 (russisch).

21. GORDJAGIN, A., Die Vegetation der tatarischen Republik Kazan. 1922 (russisch).

22. ILJINSKY, A. P., Versuch einer Formulierung des labilen Gleichgewichts in den Pflanzengesellschaften. Bulletin du Jardin Bot. Princip. Petersburg. XX. 2. 1921 (russisch).

23. KATZ, N., Die Sphagnum-Moore im nördlichen Teile des Moskauer Gouvernements. Bull. d. la Société natural. de Moscou 1927.

24. KELLER, B., Die Pflanzenwelt der russischen Steppen, Halbwüsten und Wüsten. Ökologische und phytosoziologische Studien, I. 1923 (russisch mit deutsch. Resumé).

25. KULCZYNSKI, ST., Die Pflanzenassoziationen der Pieninen. Bull. de l'Akad. Pol. des Sciences et des Lettres. Ser. B. 1927. Cracovie 1928.

26. KYLIN, H., Über Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensoziologie. Botaniska Notiser. 1926. Lund 1926.

27. LÜDI, W., Der Assoziationsbegriff in der Pflanzensoziologie. Bibliotheca botanica. Heft 96. 1928.

28. MOROSOW, G. F., Die Lehre vom Walde. Aus d. russ. Übers. v. S. RUOFF, H. RUOFF und BUCHHOLZ. Herausg. v. Dr. KONRAD RUBNER. Verlag v. J. Neumann, Neudamm. 1928.

29. NICHOLS, G. E., A working basis for the ecological classification of plant communities. Ecology, IV. 1923.

30 NORDHAGEN, R., Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. I. 1927.

31. NOSKOWA, T., Zur Frage über das Minimiareal in den Waldassoziationen. Sammelschrift „Der Wald", IV. Herausg. v. der Akademie der Wiss. U. S. S. R. 1928 (russisch).

32. PACZOSKI, J. K., Die Grundzüge der Phytosoziologie. Cherson 1921.

33 —, —, Szkice fitosocjologiczne. Warszawa 1925 (a).

34. —, —, Le principe social dans le règne végétal. Journal de la soc. bot. de Russie, 10. 1925 (b) Leningrad (russisch und französisch. Resumé).

35. RÜBEL, S, Einige skandinavische Vegetationsprobleme. Ergebnisse der Internat. Pflanzengeograph. Exkursion durch Schweden und Norwegen. 1925. Veröffentlichungen des Geob. Instit. Rübel. Zürich 1927.

36. SCHENNIKOW, A., Die Methodik der geobotanischen Wiesenuntersuchungen. Arbeiten über die Fragen der Wiesenkunde des Wiesenbaues. Moskau 1927 (russisch).

37. SMIRNOWA, Z., Waldassoziationen des nord-westlichen Teiles des Leningrader Gebietes. Traveaux de l'Institut des sciences naturelles de Peterhof. N 5, 1928 (russisch mit deutsch. Resumé).

38. SUKATSCHEW, W., Über die Pflanzenformation. Tagebuch d. russisch. XII. Kongreß d. Naturf. und Ärzte. Moskau 1910 (russisch).

39. —, —, Die Vegetation des oberen Teiles des Bassins des Fl. Tungir in Jakutja. Petersburg 1912 (russisch).

40. —, —, Zur Terminologie in der Lehre von den Pflanzengesellschaften. Journal de la Société bot. russe. Petersburg II. 1917.

41. —, —, Kurze Anleitung zum Studium der Waldtypen. Moskau 1927.

42. SZAFER, W., PAWLOWSKI, B. und KULCZYNSKI, S., Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebietes, I. Teil. Die Pflanzenassoziation des Chocholowska-Tales. Bull. Int. Ac. Polon. Sc. Lett. B. 1923. Nr. Suppl. Cracovie 1923.

43. TANSLEY, A. E., Practical Plant Ecology. London 1923.

44. TIMIRJASEW, K. A., Ist die naturwissenschaftliche Art eine Abstraktion oder eine Realität? Historische Methode in der Biologie. Moskau 1922 (russisch).

45. WANGERIN, W., Beiträge zur pflanzensoziologischen Begriffsbildung und Terminologie. I. Die Assoziation. Beihefte. XXXVI. Repertorium FEDDE 1925.

## 35. T. A. Krasnosselsky-Maximov: Zur Methodik der Bestimmung von Assimilation und Bewegungen der Spaltöffnungen in natürlichen Verhältnissen.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 23. April 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

Die neue Richtung in der physiologischen Forschung, welche in den letzten Jahren vor unseren Augen einen immer größeren Aufschwung erhält und Untersuchungen im Laboratorium durch diejenigen in natürlichen Verhältnissen ersetzt, hat auch neue Anforderungen sowohl an die Technik der Arbeit, wie auch an die Apparatur, welche diesen neuen Bedingungen entsprechen muß, gestellt.

Unter den Lebensprozessen, die in jedem Fall für eine vollständige physiologische Charakteristik der Pflanze genau festgestellt werden müssen, steht an einer der ersten Stellen der Prozeß der Zerlegung von Kohlensäure im grünen Blatt. Ist die Assimilationsfähigkeit der Pflanze nicht genau bestimmt, so können wir oft kein vollständiges Bild der Erscheinungen erhalten, deren Deutung unser Ziel ist.

Die alte Methode der Blatthälften, die von SACHS eingeführt und von THODAY kritisch bearbeitet wurde, ist auch bis heute von Bedeutung und kann mit Erfolg unter natürlichen Verhältnissen angewandt werden. Sie besitzt jedoch wesentliche Mängel, da im Laufe der Arbeit das Versuchsblatt vernichtet wird und die Bestimmung mit einer nur annähernden Genauigkeit erfolgt.

Es ist daher verständlich, daß eine Reihe von Autoren versucht hat, Apparate zu konstruieren, welche diesen Bedürfnissen entsprechen würden.

Bei Arbeit im Felde werden an den Apparat Anforderungen gestellt, welche im Laboratorium nicht wesentlich erscheinen. So wissen wir, daß die Apparate von BONNIER und von POLOVZEW-RICHTER, in welchen die Analyse bei Isolierung der Gasmischung durch Quecksilber durchgeführt wird, eine fest fixierte Einstellung im Laboratorium erfordern, und daß die Untersuchungsobjekte während der Arbeit in künstliche Verhältnisse einer mit Kohlensäure bereicherten Atmosphäre versetzt werden müssen. Auch die in letzter Zeit von LUNDEGÅRDH (1 u. 2) konstruierten Apparate

erfordern Laboratoriumverhältnisse, und wir finden in den Arbeiten dieses Autors eine eingehende Beschreibung der komplizierten Apparatur, mit der er selbst arbeitet. Ein Nicht-Einhalten von oft nur ganz geringen Vorsichtsmaßregeln, besonders aber die Benutzung des Apparates im Feldversuch, wie es Žemčužnikov und Skazkin tun, hat stets eine Reihe von Fehlern zufolge, welche die gewonnenen Daten völlig entwerten (3). Der Apparat, welcher vor kurzer Zeit von Basyrina im Laboratorium von Prof. Kostytschew konstruiert worden ist (4), nähert sich schon dem Typus, welcher bei Feldversuchen befriedigen könnte. Dieser Apparat ist jedoch leicht zerbrechlich und auch teuer, und seine Herstellung ist so kompliziert, daß sogar ein und derselbe Meister das Modell nicht genau wiederholen kann, weshalb es unmöglich ist, zwei ganz gleich arbeitende Apparate zu erhalten. Außerdem haben wir uns durch eine Reihe Kontrollversuche überzeugt, daß die von diesem Apparat absorbierten $CO_2$-Mengen, bei einer Luftstromgeschwindigkeit von 10 Litern in 25 Minuten, nur 80—90 % des gesamten $CO_2$-Gehaltes der Luft erreichen, der Rest, 20—10 %, geht unabsorbiert verloren. Auch die Apparate von Boysen-Jensen (5), über die er in der letzten Zeit Mitteilung gemacht hat, sind zweifellos sehr wertvoll. Sie sind aber ziemlich kompliziert und nicht portativ; außerdem kann der Autor sogar mit seinem verbesserten Modell die Geschwindigkeit des Luftstroms nur bis 10 Liter in 30—35 Minuten bringen. Zahlendaten über die Vollständigkeit der Absorption werden von ihm nicht angeführt.

Die Arbeiten unseres Laboratoriums ließen uns aufs lebhafteste die Notwendigkeit eines Apparates für die Bestimmung der in der Photosynthese zerlegten Kohlensäure empfinden, und wir versuchten, die schon beschriebenen Apparate anzuwenden (6). Wir mußten uns aber überzeugen, daß keiner von ihnen unseren Anforderungen völlig entspricht, und so waren wir gezwungen, zur Konstruktion eines eigenen neuen Modells zu schreiten.

Demselben haben wir dasselbe Prinzip zu Grunde gelegt, wie Basyrina: nämlich Ansaugung von Luft, welche das Blatt umströmt und darauf durch ein System von Röhren in ein Absorptionsgefäß für Kohlensäure, welches bei Einfügung des Aspirators an dem dem Blatte entgegengesetzten Ende des Systems angebracht wird, geleitet wird. Es war dabei unser Ziel, einen möglichst einfachen Apparat zu konstruieren, welcher eine genügende Absorption herbeiführen könnte. Letzteres schien uns nur dann möglich, falls es gelingen würde, die ganze Analyse, von Anfang

bis zu Ende, innerhalb eines und desselben Gefäßes, nach Möglichkeit ohne Kontakt der absorbierenden Lösung mit der äußeren Atmosphäre, durchzuführen; dazu muß nach Abschluß des Versuchs das Titrieren in demselben Gefäß, in welchem die Absorption der Kohlensäure stattfindet, vor sich gehen.

Natürlich konnte der Apparat von BASYRINA mit seinen komplizierten, zerbrechlichen, durchlöcherten Glasglocken dieser Anforderung nicht genügen, und wir beschlossen, den Apparat so umzugestalten, daß der Innenraum des Absorptionsgefäßes völlig frei sei. Dieser Umänderung wurde das Prinzip des bekannten Apparates von BROWN und ESCOMBE (1905) zu Grunde gelegt, in welchen für die Zerstäubung des Luftstromes eine feine, durchlöcherte Metallplatte angewandt wird; dabei zogen wir es aber vor, statt der von BROWN und ESCOMBE benutzten Kalilauge die für das Titrieren viel bequemere Barytlösung zu benutzen. Auf unseren Vorschlag hin konstruierte der Mitarbeiter unseres Laboratoriums A. G. ORDOJAN ein auf diesen Angaben basierendes Modell eines Absorptionsapparates, welches in den Hauptzügen unserer Ansicht nach befriedigend erschien; es erwies sich aber, daß es nur 78—89 % der Kohlensäure aus der durchströmenden Luft absorbierte, d. h. beinahe ebenso wie der Apparat von BASYRINA arbeitete. Deshalb mußte man ihn noch einigen Änderungen unterziehen.

Nach allen von uns vorgenommenen Veränderungen stellt der Apparat (Abb. 1) eine im Durchmesser 16 mm breite und 55 cm lange Röhre A dar; dieselbe geht am oberen Ende in die breite Röhre B über, die im Durchmesser 38 mm besitzt, 20 cm lang ist und mit einem 15—20 mm hohen Gummistöpsel versehen ist, dessen 8 mm breite zentrale Öffnung mit einem Glasstäbchen geschlossen werden kann. An ihrem unteren Ende geht die Röhre A in eine dickwandige Röhre C über; dieselbe besitzt einen äußeren Durchmesser von 7 mm und ein Lumen von 2 mm



Abb. 1.
Absorptionsgefäß.

im Durchschnitt. Sie ist gebogen und schlägt auf 30 cm in die Höhe, wobei sie der Haltbarkeit wegen von der Röhre A nur um 3 mm abstehen darf. Ihr freies Ende ist rechtwinkelig gebogen; ihr umgebogener Schenkel D ist 2 cm lang und darf nicht abgezogen sein. Für bessere Haltbarkeit ist es zweckmäßig, zwischen den Röhren A und C ein Stück Korken einzuschieben. In den Boden der Röhre A wird eine Metallplatte aus Neusilber von 0,3—0,4 mm Dicke mit einem Durchmesser von 13 mm eingeklebt; diese Platte ist also ein wenig schmäler als die Röhre A, wodurch sie in den verschmälerten Teil der Röhre A ziemlich tief eingebracht sein kann. Die Platte besitzt 25 Öffnungen mit einem Durchmesser von 0,15—0,20 mm. Wir haben Platten ausprobiert, deren Öffnungen einen Durchmesser von 0,08 bis 0,33 mm besaßen; es erwies sich, daß Öffnungen, die kleiner als 0,15 mm sind, durch den Niederschlag von Bariumcarbonat leicht verstopft werden können; bei Öffnungen, die größer als 0,20 mm sind, leidet die Vollständigkeit der Absorption.

Bei Herstellung der Platten müssen die Öffnungen mit schwacher Vergrößerung des Mikroskops kontrolliert und mit dem Okularmikrometer ausgemessen werden. Zum Anfertigen der Öffnungen benutzen wir eine kegelförmige Stahlnadel eigener Herstellung. An einer Seite besitzen die Öffnungen die erforderliche Größe; an der anderen sind sie beträchtlich breiter, ungefähr 0,48 mm im Durchmesser. Mit dieser nach oben gerichteten Seite wird die Platte in die Röhre versenkt und mit MENDELEJEVschem Kitt eingeklebt. Vorher muß letzterer auf die Plattenränder gleichmäßig aufgestrichen werden, darauf wird die Platte in die Röhre gesenkt, richtig orientiert und die Röhre vorsichtig von außen mit einer kleinen Flamme erwärmt. Dabei zergeht der Kitt und die Platte klebt dicht an. Auf dem Schenkel D der Röhre C wird ein Stück einer dickwandigen Gummiröhre von zirka 8 cm Länge mit einer Klemme E aufgesetzt.

Vor dem Versuch wird durch den Apparat von Kohlensäure befreite Luft durchgeblasen, darauf wird die Klemme E zugeklemmt, das Glasstäbchen aus dem Stöpsel entfernt und in die Öffnung K aus einer Pipette mit Kapillarröhre 100 ccm einer $^1/_{25}$ norm. Bariumhydratlösung eingeführt (auf ein Liter Lösung 6,31 g Ba $[OH]_2$). Sie füllt die Röhre A. Darauf wird das Stäbchen durch eine zum Aspirator führende Röhre ersetzt. Die Röhre C wird mit der Blattkammer verbunden. Wenn der Aspirator zu saugen beginnt, wird die Klemme E geöffnet, die Luft tritt in die Röhre C, strömt durch die Platte und darauf, in Bläschen zerfallend, durch die

Barytlösung. Nach Abschluß des Versuchs wird zu allererst die Klemme E geschlossen, damit eine Lösung nicht in die Röhre C steigen kann, darauf wird in dem Stöpsel die Röhre wieder durch das Stäbchen ersetzt. Das Titrieren erfolgt in demselben Apparat. In die Öffnung K wird Phenolphthalein eingeführt, darauf aus einer Pipette mit Kapillarröhre 80 ccm von einer $^1/_{25}$ norm. Oxalsäurelösung (25,21 g auf 1 Liter) eingeführt, das Stäbchen kommt auf seinen Platz zurück, und durch einige Male wiederholtes Umdrehen des Apparates wird die Lösung durchgemischt. Darauf wird mit einer schwächeren, nämlich $^1/_{50}$ n, Oxalsäure aus einer Bürette nachtitriert. Um ein vollständiges Durchmischen der Lösung im unteren Teil der Röhre A unter der Platte zu erzielen, muß man den Apparat so umdrehen, daß die Biegung D nach oben gerichtet und der untere Teil der Röhre A von der Lösung befreit wird; es gelingt darauf leicht, ohne die Klemme E zu öffnen, durch Aufdrücken der Gummiröhre den Rest der Lösung in die Röhre A durchzutreiben. Wir haben uns davon überzeugt, daß es nach kurzer Übung gelingt, innerhalb des Absorptionsgefäßes ohne Verlust zu titrieren. Das Titrieren muß nicht bis zur vollständigen Entfärbung der Lösung, sondern nur bis zu einer schwachen Rosa-Färbung geführt werden. Um den Grad der Färbung genau festzustellen, muß man sie, wie es auch BOYSEN-JENSEN (5) tut, mit einer Standartlösung vergleichen. Dazu wird eine Pufferlösung benutzt, z. B. Borsäure mit Chlorkalium, darauf werden einige Tropfen einer NaOH-Lösung zugefügt und in Anwesenheit von Phenolphthalein mit Salzsäure bis zur gewünschten Farbe nachtitriert. Das Gefäß mit der Standartlösung muß seiner Form nach gleich demjenigen sein, in dem das Titrieren vor sich geht.

Wie es unsere vielfach wiederholten Kontrollversuche gezeigt haben, absorbiert der oben beschriebene Apparat 99 % und mehr der in der Luft enthaltenen Kohlensäure.

Die Vollständigkeit der Absorption hängt von der in der Luft enthaltenen Kohlensäuremenge ab und von der Luftstromgeschwindigkeit, die sehr passend für unseren Apparat 10 Liter in 20—25 Minuten ist. Wird ein zweiter Apparat hinter den ersten eingeschaltet, so absorbiert er noch 0,5—1 % und kommt noch ein dritter hinzu, so können in demselben bloß noch ganz geringe Spuren von Kohlensäure festgestellt werden.

Wir sind uns wohl bewußt, daß der Absorptionsapparat von ORDOJAN noch lange nicht vollkommen ist, und auch nichts

prinzipiell Neues vorstellt, trotzdem glauben wir aber, daß er in der oben beschriebenen Umgestaltung die Möglichkeit gibt, die Aufgabe der Assimilationsbestimmung im Feldversuche zu erleichtern. Der Fehler von ungefähr 1 % des Gesamtgehaltes von Kohlensäure in der Luft erscheint uns unbedeutend und übertrifft nicht den Fehler, der bei Bestimmung von Kohlensäure mit anderen Apparaten zugelassen wird — so z. B. gibt der Apparat von LUNDEGÅRDH laut seiner eigenen Angabe einen Fehler von 5—7 % vom Gesamtgehalt der Kohlensäure in der Luft.

Bei Versuchen mit Apparaten von dem geschilderten Typus ist es wesentlich, eine richtige Wahl des Aspirators zu treffen. Hier ist es wichtig, das Volumen der durchgesaugten Luft genau zu messen und eine möglichst gleichmäßige Strömung derselben im Laufe des ganzen Versuches zu behalten. Da mit dem Ausströmen des Wassers aus dem Aspirator die Geschwindigkeit der Luftströmung durch die Verminderung der Differenz zwischen dem Niveau im Aspirator und demjenigen im Gefäße, wohin sich das ausströmende Wasser ansammelt, verlangsamt wird, so ist es notwendig, eine Röhre, durch welche die Luft in den Aspirator Zutritt gewinnt (Prinzip eines MARIOTTEschen Gefäßes), bis zum Boden des letzten zu senken. Was die Berechnung des wahren Luftvolumens betrifft, so erscheint uns folgendes Verfahren am zweckmäßigsten: Man tariert eine 12-Liter mit Tubulus versehene Flasche, die als Aspirator dient, möglichst genau mit Wasser; darauf stellt man das Niveau des Wassers bei geöffnetem Flaschenhalse bis zu einer Höhe von 10 Litern ein (das bei unserer Arbeit übliche Volumen), darauf wird der Hals der Flasche mit einem Gummistöpsel dicht geschlossen, und auf diese Weise wird die Luft, die bei atmosphärischem Druck ein Volumen von 10 Litern besitzt, innerhalb der Flasche eingesperrt. Jetzt wird die Röhre im Tubulus geöffnet, und auf Kosten der sich ausdehnenden Luft fließt eine gewisse Quantität Wasser heraus; in der Flasche stellt sich nun ein neues Wasserniveau ein. Dasselbe muß vermerkt werden, und das Wasser muß stets bis zu diesem Niveau herabgesetzt sein. Die Differenz im Volumen der Luft, die sich unter atmosphärischem Druck befindet oder aber auf diese Weise verdünnt ist, erreicht 10 % und mehr. Bei Änderung der Temperatur muß die Volumenveränderung stets kontrolliert werden. Die beständige Benutzung von zwei Flaschen, wie es BOYSEN-JENSEN tut, scheint uns unratsam, da durch allmähliche Hebung des Wasserspiegels in der unteren Flasche die Schnelligkeit der Luftströmung ununterbrochen verlangsamt wird.

Was die Blattkammer betrifft, so benutzen wir die ein wenig umgestaltete Kammer von BASYRINA (Abb. 2). Um dieselbe am Stativ bequemer befestigen zu können, haben wir den Holzrahmen mit einem Griff versehen. Um den in der Kammer schädlich wirkenden Raum zu verringern, kitten wir in denselben Holzwinkel ein. Das Thermometer wird mit dem Blatte eingeführt.

Abb. 2. Blattkammer.

Zum Schluß noch einige Worte über das Bestimmen des Zustandes der Spaltöffnungen, sowohl bei Versuchen über Assimilation, wie auch in anderen Fällen. Die üblichen allbekannten Methoden: Porometer, Infiltrationsmethode oder Fixierung mit absolutem Alkohol befriedigen doch nicht ganz. Es scheint uns von wesentlicher Bedeutung, das Blatt unmittelbar, ohne Lostrennung von der Pflanze, unbeschädigt, untersuchen zu können. Letzteres kann mit Hilfe eines Apparates, welcher als Opak-Illuminator bekannt ist, ausgeführt werden. Dieser Apparat wird von den Firmen LEITZ und REICHERT angefertigt. Das Modell von KLEY, welches 1924 veröffentlicht worden ist, scheint uns besonders zweckentsprechend (Katalog REICHERT, Mikroskope und Nebenapparate D 7, S. 56, Opak-Illuminator nach KLEY).

In den Hauptzügen besteht der Apparat aus einer nicht großen Röhre, die auf das untere Ende vom Tubus des Mikroskops angeschraubt wird und ein durchsichtiges Spiegelchen innerhalb

besitzt, dessen Stellung willkürlich gewechselt werden kann. Mit Hilfe dieses Spiegelchens kann man das Untersuchungsobjekt durch das Objektiv, welches gleichzeitig auch als Kondensor dient, mit von oben einfallendem Licht beleuchten. In einer Seitenröhre befindet sich eine kleine elektrische 6-Volt-Lampe, welche entweder durch einen Rheostaten von der elektrischen Leitung oder von einem Akkumulator oder einer Taschenbatterie gespeist wird. Auch Tageslicht kann benutzt werden, dabei wird statt der Lampe von der Seite ein kleiner Spiegel aufgesetzt. Dieser Apparat hat sich bei der Arbeit als sehr bequem erwiesen und gestattet, den Zustand der Spaltöffnungen schnell und leicht zu beobachten.

Leningrad, April 1929. Pflanzenphysiologisches Laboratorium des Instituts für angewandte Botanik.

---

**Literatur.**


1. LUNDEGÅRDH, H., 1922. Neue Apparate zur Analyse des Kohlensäuregehaltes der Luft. Bioch. Zeitschr. Bd. 131, S. 109.
2. —, —, 1927. Ein Apparat für volumetrische Kohlensäureanalyse nach einem neuen Prinzip. Archiv för Kemi, Miner. och geologi. K. Svenska Vetenskapsakad. Bd. 9 Nr. 46, S. 1—46.
3. ŽEMČUŽNIKOV, E. und SKAZKIN, F., 1927. Zur Frage über den Tagesverlauf der Assimilation bei Weizen. Arbeiten d. Nord Caue. Association der wissensch. Institut. Nr. 28 Lief. 7, S. 1—15 (russisch).
4. KOSTYTSCHEW, S., BASYRINA, K. und TSCHESNOKOW, W., 1928. Untersuchungen über die Photosynthese der Laubblätter unter natürlichen Verhältnissen. Planta Bd. 5 Heft 5, S. 696—724.
5. BOYSEN-JENSEN, P., 1928. Über neue Apparate zur Messung der Kohlensäureassimilation, der Respiration, der Öffnungsweite der Spaltöffnungen und der Beleuchtungsstärke. Planta, Bd. 6 Heft 3, S. 456—472.
6. MAXIMOV, N. und KRASNOSSELSKY-MAXIMOV, T., 1928. Schwankungen im Verlauf der Photosynthese. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. XLVI Heft 6, S. 383—391.


---

# 36. Kurt Hoffmann: Cytologische Studien bei den Orchidaceen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 13. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Seit November 1927 arbeite ich unter Leitung von Herrn Prof. TISCHLER an einer cytologischen Untersuchung der Orchidaceen. Bisher sind nur wenige Vertreter dieser großen Familie, nur 38 Species von ca. 16000—18000 Gegenstand cytologischer Untersuchungen gewesen. Aber schon diese wenigen zeigen eine äußerst große Variabilität der Chromosomenzahlen, die man wohl als ein Zeichen für eine Periode starker Artbildung ansehen darf. Wenn sich nun auch die bisher bearbeiteten Arten recht ungleichmäßig auf das System der Orchideen verteilen, so durfte man zunächst doch mit ebenso mannigfaltigen Chromosomenzahlen auch für die noch gar nicht untersuchten großen Gruppen rechnen. Um so einmal einen Einblick in die chromosomalen Verhältnisse der ganzen Familie zu erhalten, wurden Vertreter der verschiedensten Verwandtschaftskreise bearbeitet.

Aus der Unterfamilie der Diandrae, die wir wohl ohne Bedenken an den Anfang des Systems stellen dürfen, sind bisher untersucht aus der Gattung *Cypripedilum* von BELLING (1924) *C. acaule* mit haploid 10 Chromosomen. In manchen Reduktionsplatten fand er auch nur 9, was er mit der Ausstoßung eines Chromosoms in der Prophase erklärt. Ferner fand PACE (1907) für *P. parviflorum*, *C. pubescens* und *C. spectabile* haploid 11 Chromosomen. In einer Nachuntersuchung von *C. spectabile* konnte ich diese Zahl bestätigen. Aus der folgenden Gattung *Phragmopedilum* untersuchte ich bisher mit Erfolg *Phr. Sedenii* (*Phr. Schlimii* × *Phr. longifolium*) und fand in Wurzelspitzen, die Ende Mai fixiert wurden, 2n = 24 Chromosomen. Der Monat Mai stellte sich überhaupt als der für die Fixierung von Wurzelspitzen der Diandrae günstigste heraus. Die Spitzen enthielten neben Zellen, die angefüllt mit verdauten Pilzmassen waren, die sich mit Eisenalaun-Hämatoxylin ähnlich wie die Chromosomen färbten, reichlich Teilungen. Die Chromosomen sind große lange Stäbchen, häufig gebogen und von verschiedener Größenordnung. Ebenfalls 2n = 24 Chromosomen fand ich in einer Pflanze, die ich unter dem Namen

„*Cypripedium Blenheimense*“ erhielt. Es handelt sich hier um einen aus England importierten Bastard, der sicher aber zur Gattung Phragmopedilum oder Paphiopedilum gehört. In den Handelsgärtnereien werden diese beiden Gattungen leider immer noch unter dem Namen *Cypripedium* geführt. Nachforschungen nach der Abstammung dieses Bastardes sind noch im Gange, so daß ich erst später den genauen Namen angeben kann. Die Chromosomen sind hier besonders stark gebogen und zeigen in mehreren Fällen ausgesprochene V-Form, sind ferner ineinander und miteinander stark verhakt wie bei allen Diandraeformen, so daß eine einwandfreie Zählung oft überaus schwierig ist. Hier erwies sich wie auch in anderen Fällen ein Abschrecken der Objekte mit kaltem Wasser vor dem Fixieren, wie KIHARA es angibt, als besonders gut; Verklumpung wurde weitgehenst dadurch vermieden. Aus der Gattung *Paphiopedilum* waren bisher untersucht *P. barbatum* mit haploid 16 Chromosomen von STRASBURGER (1888) und *P. insigne* von AFZELIUS (1916) und HEITZ (1926) mit ca. 12, von SUESSENGUTH (1920) mit 8—9 Haploidchromosomen. Bei 5 von mir untersuchten Individuen von *P. insigne* konnte ich die vorliegenden Angaben nicht verifizieren, sondern stellte mit großer Wahrscheinlichkeit für n = 16, 2n = 32 Chromosomen fest. Nun gibt es jedoch gerade von *P. insigne* eine Reihe von Varietäten, deren Unterscheidung nicht immer leicht ist, sodaß die stark abweichenden Zahlen vielleicht hierdurch zu erklären wären. Wir hätten dann also möglicherweise verschiedene Varietäten mit der Haploidzahl 8, 12 und 16. Daß es sich bei meinen Untersuchungen auch wirklich um die Stammform *P. insigne* handelt, wurde mir von Herrn Dr. MANSFELD, Berlin-Dahlem, dem ich für verschiedene Bestimmungen großen Dank schulde, bestätigt. Bei *P. Chamberlainianum* fand ich ebenfalls 2n = 32 Chromosomen.

Aus der zweiten bei weitem größeren Unterfamilie der Orchidaceae, den Monandrae, entfallen die meisten bisher untersuchten Arten auf die wohl am Grunde stehende Abteilung der Basitonae, zu der viele unserer einheimischen Orchideen gehören. Diese wie auch die 1. Unterabteilung (Polychondreae) der 2. Abteilung (Acrotonae) zeigen eine große Mannigfaltigkeit der festgestellten Chromosomenzahlen. Da alle diese Gattungen relativ häufig bearbeitet worden sind, richtete ich vor allem mein Augenmerk auf die folgenden noch gar nicht bearbeiteten. Nur 2 Species der Polychondreae, nämlich *Vanilla planifolia* mit 2n ca. 32 kurzen, dicken, kleinen Stäbchenchromosomen und die häufig untersuchte *Listera ovata* bearbeitete ich. GUIGNARD (1884, 1891) und ROSEN-

BERG (1905) fanden für letztere n = 16 Chromosomen, CL MÜLLER (1912) n = 16—17. In meinen Präparaten fand ich in der Metaphase der heterotypischen Teilung einwandfrei n = 17 Chromosomen. In der kürzlich erschienenen ausführlichen Arbeit über *L. ovata* stellte TUSCHNJAKOVA (1929) ebenfalls dieselbe Zahl fest, fand daneben aber auch noch in wenigen Fällen Gameten mit der abweichenden Chromosomenzahl n = 16 und n = 18.

Innerhalb der 2. Unterabteilung (Kerosphaereae) der Acrotonae fand ich in der Reihe der Acranthae, die nach SCHLECHTERs neuestem System der Orchidaceen (1926) 130 Gattungen zählt, bei allen von mir bisher untersuchten Arten eine erstaunliche Konstanz der chromosomalen Verhältnisse. Aus der nach dem neuen System am Anfang stehenden Gruppe der Pleurothallideae konnte ich für *Stelis atropurpurea* die Zahl n = 16, für *Physosiphon Loddigesii* n ca. 16 und *Physosiphon carinatus* n ca. 16 feststellen. SCHLECHTER hatte in einer Veröffentlichung (1914) diese Gruppe wie auch die folgende der Liparideae erst hinter die der Coelogyneae eingeordnet; in seiner letzten Arbeit (1926) aber die beiden ersteren an den Anfang gestellt. Wie zweckmäßig diese Umgruppierung ist, sehen wir jetzt schon aus den vorliegenden cytologischen Ergebnissen. In der Gruppe der Pleurothallideae finden wir die Haploidzahl 16, von den Coelogyneae an jedoch, nach den bisherigen Erkenntnissen zu urteilen, wahrscheinlich über alle folgenden Gruppen der Acranthae sich erstreckend die Zahl 20. So wurden für *Coelogyne fimbriata* n = 20, *Coelogyne flexuosa* n = 20, *Coelogyne fuliginosa* n = 20, *Dendrochilum glumanum* n = 20, *Pholidota conchoidea* n = 20, für *Epidendrum raniferum* n = 20, für *Laeliocattleya Canhamiana* (*Cattleya Mossiae* × *Laelia purpurata*) × *Laelia tenebrosa superba* n = 20, *Dendrobium chrysotoxum* n = 20, *Dendrobium infundibulum* n = 20, *Dendrobium thyrsiflorum* n = 20 und für *Dendrobium Wardianum* var. *giganteum* 2n = 40 Chromosomen gezählt. Ja, diese Konstanz geht noch weiter! In der folgenden Reihe (Pleuranthae) fand ich in der Unterreihe der Sympodiales für *Bulbophyllum saurocephalum* n = 20, bei *Cymbidium Lowianum* an mehreren Hunderten von gezählten Platten der hetero- und homoeotypischen Teilung die Zahl n = 20. Die von SUESSENGUTH (1920) angegebene Haploidzahl 9—10 muß daher wohl auf einem Irrtum, vielleicht durch Verklumpung der Chromosomen bei ungeeigneter Fixierung bedingt, beruhen. Ebenfalls konnte die Chromosomenzahl von *Stanhopea insignis* als n = 20, *Stanhopea tigrina* als n = 20, *Lycaste aromatica* als n = 20, *Bifrenaria Harrisoniae* als 2n = 40 festgestellt werden. Wenn wir diesen Teil der *Pleuranthae*, in dem die bisherigen Chromosomen-

zahlen ebenfalls haploid 20 sind, noch zu der vorangehenden Reihe der *Acranthae* addieren, so sehen wir, daß, nach den augenblicklichen Ergebnissen zu urteilen, die Konstanz der Chromosomenhaploidzahl 20 nach dem oben schon erwähnten SCHLECHTER'schen System sich möglicherweise über 179 Gattungen erstrecken könnte. Wir hätten also hier, um einen von TISCHLER (1928) geprägten Ausdruck zu gebrauchen, ein ausgesprochenes Beispiel für den Pinustyp vor uns. Interessant ist es, daß die Einheitlichkeit dieser stark differenzierten Gruppen der Orchidaceen, die von der Basis schon ziemlich entfernt stehen, auch bei anderen Endzweigen, wie z. B. den Fagaceen, und Spitzenentwicklungen wie bei den Gymnospermen gefunden wurde. Polyploidie konnte ich bisher in dieser einheitlichen Gruppe nicht feststellen, auch bei Bastarden nicht. So zeigte ja die schöne Kreuzung *(Cattleya Mossiae* × *Laelia purpurata)* × *Laelia tenebrosa superba* haploid 20 Chromosomen, wie auch bei allen bisher untersuchten Cattleyen und Laelien die schwer zählbaren diploiden Platten auf ungefähr 40 geschätzt werden konnten. Ebenso erscheint mir bei dem Bastard *Cymbidium Pauwelsi* (*C. insigne* × *C. Lowianum)* nach meinen Präparaten eine Polyploidie als sehr unwahrscheinlich.

Bei der Unterreihe (Sympodiales) der Pleuranthae erstreckt sich nun nicht wie bei den Acranthae die Zahl 20 scheinbar über alle Gruppen, sondern in der Gruppe der Zygopetalinae und einigen folgenden tritt die Zahl $n = 24$ auf. SUESSENGUTH (1923) gibt für *Zygopetalum Mackayi* n ca. 24 Chromosomen an, was ich bestätigen konnte. Auch konnte ich bei *Koellensteinia graminea* die Diploidzahl auf ungefähr 48 schätzen. Nähere Untersuchungen hierüber sind noch im Gange. Ebenfalls fand ich aus der auf die Zygopetalinae folgenden Gruppe der Huntleyinae bei *Ornithidium demum* $n = 24$ Chromosomen. Aber noch eine weitere Zahl wurde in der Reihe der Pleuranthae gefunden. In der Gruppe der Oncidiinae fand AFZELIUS (1916) für *Oncidium praetextum* haploid 28 Chromosomen. Dieselbe Zahl konnte ich für *Oncidium flexuosum* ($2n = 56$) und für *Oncidium varicosum* ($n = 28$) feststellen, außerdem fand ich für *Oncidium bicallosum* $n = 14$. Die Chromosomen dieser Gattung liegen alle sehr isoliert und lassen sich, wie schon AFZELIUS (1916) festgestellt hat, daher recht leicht zählen. Auch bei verschiedenen anderen Oncidien sah ich Diploidzahlen zwischen 50 und 60, wenn ihre einwandfreie Feststellung bisher auch nicht möglich war. Über die chromosomalen Verhältnisse von Vertretern der 2. Unterreihe der Pleuranthae, den Monopodiales, vermag ich heute mit Ausnahme von *Vanda tricolor* Ldl. 2n ca. 16 und *Vanda suavis* Ldl. n ca. 16 noch keine Angaben zu machen. Zahlreich untersuchtes

Wurzelmaterial läßt mir erfolgreiche Untersuchungen hier mit Ausnahme der Gattung *Sarcanthus* infolge des sehr langsamen Wachstums der Luftwurzeln als wenig aussichtsreich erscheinen.

Die Anordnung der Zellen in der Tetrade ist, wie schon SUESSENGUTH (1923) zeigte, eine sehr verschiedene. Es konnten eine lineare, T-förmige, rhomboidale, tetraedrische Anordnung, ferner eine in Kugelvierteln mit zahlreichen Übergängen festgestellt werden. Auch scheint die Anlage der Zellwände bei den Orchidaceen keine einheitliche zu sein. GUIGNARD (1898) stellt als Zellwandbildungstyp der Orchidaceae den simultanen, also den Dikotyledonentyp, fest, fand aber als Ausnahme *Cypripedilum* (derselbe 1915). Auch SUESSENGUTH (1923) stellte für verschiedene Species den Simultantyp fest. Es werden aber meiner Meinung nach außer *Cypripedilum* (für *C. candidulum* fand SUESSENGUTH übrigens auch den simultanen) weitere Vertreter des sukzedanen festgestellt werden können. So scheint mir für *Coelogyne fimbriata* und *Epidendrum raniferum* zum Beispiel ein solcher als sehr wahrscheinlich. Über die Verteilung der beiden Typen auf die verschiedenen Gruppen der Orchideen sind die Untersuchungen noch im Gange.

Zusammenstellung der bisher festgestellten Chromosomenzahlen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Cypripedium spectabile* | n = 11 | Chromosomen | (s. PACE 1907) |
| „*Cypripedium Blenheimense*" | 2n = 24 | „ | |
| *Phragmopedilum Sedenii* (*Phr. Schlimii* × *Phr. longifolium*) | 2n = 24 | „ | |
| *Paphiopedilum Chamberlainianum* | 2n = 32 | „ | |
| *Paphiopedilum insigne* | n = 16, 2n = 32 | „ | (mit großer Wahrscheinlichkeit) |
| *Listera ovata* | n = 17 | „ | |
| *Vanilla planifolia* | 2n ca. 32 | „ | |
| *Stelis atropurpurea* | n = 16 | „ | |
| *Physosiphon Loddigesii* | n ca. 16 | „ | |
| *Physosiphon carinatus* | n ca. 16 | „ | |
| *Coelogyne flexuosa* | n = 20 | „ | |
| *Coelogyne fimbriata* | n = 20 | „ | |
| *Coelogyne fuliginosa* | n = 20 | „ | |
| *Dendrochilum glumanum* | n = 20 | „ | |
| *Pholidota conchoidea* | n = 20 | „ | |
| *Epidendrum raniferum* | n = 20 | „ | |
| *Laeliocattleya Canhamiana* (*Cattleya Mossiae* × *Laelia purpurata*) × *Laelia tenebrosa superba* | n = 20 | „ | |
| *Dendrobium chrysotoxum* | n = 20 | „ | |

| | | |
|---|---|---|
| *Dendrobium infundibulum* | n = 20 | Chromosomen |
| *Dendrobium thyrsiflorum* | n = 20 | „ |
| *Dendrobium Wardianum* var. *gigant.* | 2n = 40 | „ |
| *Bulbophyllum saurocephalum* | n = 20 | „ |
| *Cymbidium Lowianum* | n = 20 | „ |
| *Stanhopea insignis* | n = 20 | „ |
| *Stanhopea tigrina* | n = 20 | „ |
| *Lycaste aromatica* | n = 20 | „ |
| *Bifrenaria Harrisoniae* | 2n = 40 | „ |
| *Ornithidium demum* | n = 24 | „ |
| *Oncidium flexuosum* | 2n = 56 | „ |
| *Oncidium varicosum* | n = 28 | „ |
| *Oncidium bicallosum* | n = 14 | „ |
| *Vanda tricolor* Ldl. | 2n ca. 16 | „ |
| *Vanda suavis* Ldl. | n ca. 16 | „ |

Kiel, Botanisches Institut, 9. Mai 1929.

## 37. Hermann Budde: Die Waldgeschichte des Sauerlandes auf Grund von pollenanalytischen Untersuchungen seiner Moore.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 24. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Das sauerländische Gebirgsland Süd-Westfalens hat zwar keine so ausgedehnte und tiefe Moore wie andere Teile des deutschen Mittelgebirges, aber trotzdem hielt ich es für nötig, auch diese z. T. heute naturgeschützten Plätze einmal pollenanalytisch durchzumustern. Es handelt sich um die Moore des Ebbe- und Rothaargebirges. Im Ebbegebirge untersuchte ich die „Wildwiese“ an der Nordhelle (633,3 m) und die „Grundlose“ am Rothenstein (600,1 m), im Rothaargebirge das Moor auf der Hofginsberger Heide (600 m) bei Hilchenbach und das Moor am Bahnhof bei Erndtebrück (470 m).

### 1. Die heutigen Vegetationsverhältnisse der Moore.

Die Moore des Ebbegebirges sind durchweg von ausgedehnten Fichtenpflanzungen umgeben, Rotbuchenwald tritt in nächster Nähe nur in kleineren Beständen auf. Unmittelbar am Moorrande wachsen *Betula pubescens, Salix aurita, Frangula alnus*-Gebüsch, *Populus tremula* und *Alnus glutinosa. Betula, Salix, Frangula* und *Pirus aucuparia* besiedeln auch einzeln zerstreut oder in Einzelgruppen die Moorfläche selbst. Auf der Grundlosen steht eine Kiefer. Das Moor bei Hofginsberg liegt mitten im Fichtenwaldgebiet, Rotbuchenhochwald ist etwas weiter hinab an den Berghängen zu finden, auf seiner Moorfläche stehen zerstreut *Betula pubescens, Salix aurita, Frangula alnus* und einige durch Anflug aufgewachsene Fichten. Die Moosflora ist auf allen genannten Mooren die gleiche: *Sphagnum recurvum, cymbifolium, subsecundum, rubellum, Warnstorfii* und *acutifolium.* Den obersten Teil der trockenen Bulte nehmen *Polytrichum commune, gracile* und *strictum* ein. An weiteren Moosen sind eingestreut oder am Rande zu finden *Aulacomnium palustre, Drepanocladus exannulatus, Hypnum Schreberi* und *Calliergon cuspidatum,* dazu von Lebermoosen *Scapania irrigua* und *Aneura pinguis.* Zahlreich erscheinen Seggen wie *Carex ampullacea, panica, flava* und *stellulata,* von Binsen sieht man *Juncus supinus* und *effusus.* Die Bulte bestehen durchweg aus *Eriophorum vaginatum,* im *Sphagnum*-polster erscheint diese Art seltener, wenig tritt *Eriophorum poly-*

*stachium* auf. *Drosera rotundifolia* und *Vaccinium oxycoccus* sind überall zu finden. Auf den Ebbemooren blühen in Bachufernähe *Viola palustris, Trientalis europaea, Majanthemum bifolium* und *Luzula silvatica*, an den Gräben und Rillen des Hofginsberger Moores gedeihen massig *Menyanthes trifoliata, Comarum palustre* und als besondere Seltenheit im Sauerland *Calla palustris*. Eine Seltenheit im Erlen- und Faulbaumgebüsch der Wildwiese sind einige Sträucher von *Daphne mezereum*. Allen Mooren entfließen mit klarer Wasserführung kleinere Gebirgsbäche. Sie haben sich bis zum tonigen Untergrunde eingeschnitten und bilden mitunter tiefere Kolke, in denen *Potamogeton natans* wächst. Diesen gekennzeichneten Mooren, die heute noch im Wachstum begriffen sind, steht unterschiedlich das ausgetrocknete Moor bei Erndtebrück gegenüber. Von allen Seiten her ist es angeschnitten und abgetragen worden, entweder durch den früheren Bahnbau oder von den Wiesenbesitzern, die ihre Grasflächen ausdehnen wollten. Den Haupteingriff machte ein Unternehmer in den Jahren 1920/21, der begann, das Moor wirtschaftlich auszubeuten. Der Betrieb kam aber bald zum Erliegen. So ist die heutige Moor-Restoberfläche vollständig verheidet, *Sphagnum* fehlt auf ihr und Büsche von *Betula pubescens* und *Pirus aucuparia* sind vereinzelt eingestreut. In den sumpfigen Moorstichen hat sich *Eriophorum vaginatum* und *Sphagnum* in starken Beständen erhalten und schreitet wieder zur Bultenbildung vor. Ganz selten erscheint noch ein Exemplar von *Drosera rotundifolia, Andromeda polifolia, Vaccinium oxycoccus, Rhynchospora alba* und viel *Molinia coerulea*. Nach ihren Pflanzenbeständen gehören die Moore des Ebbegebirges und die Moore der Hofginsberger Heide zu dem mesotrophen Typ im Sinne KOPPEs (5). KOPPE gibt als Kennzeichen eines mesotrophen Moores an: Mittelmäßig mit Nährstoffen versehen, Kalkgehalt gering, Vegetation mesotrophent im Sinne POTONIEs. Daß diese Moore z. T. auch oligotrophen, echten Hochmoorcharakter durch ihren Pflanzenbestand aufweisen, läßt sich aus der Darstellung KOPPEs leicht ersehen. Das Erndtebrücker Moor ist ein typisches oligotrophes Moor gewesen, und zwar wird es durch Weiterwachsen eines mesotrophen entstanden sein, also nach KOPPE sekundär oligotroph.

## 2. Der Aufbau der Moore.

Alle Moore haben das Gemeinsame, daß sie an flache wannenartige Senken, nahe der Kammlinie der Gebirgszüge, gebunden sind. Das Sickerwasser ist an Verwerfungen geknüpft und tritt

vielfach auf breiter Fläche hervor, rieselt und fließt langsam die Hänge hinunter und sammelt sich an den tiefsten Stellen der breiten Mulden zu einem klaren Gebirgsbächlein. Stauungen oder zu geringer Abfluß der Gewässer in diesem Gelände haben wohl den Beginn der Versumpfung und Vermoorung veranlaßt. Derartige Stellen mit Versumpfungs- und Bruchwald trifft man noch heute häufiger in unserem Gebiete an. Die Moore im Ebbegebirge und auf der Hofginsberger Heide haben nur eine durchschnittliche Tiefe von 50 cm (siehe Profil 1 und 2). Sie liegen auf einem tonigen, mit einzelnen Gesteinen durchsetzten Untergrund. Es ist

Profil I.

die Verwitterungsdecke der in der Gegend vorherrschenden Felsgesteine, natürlich durch die Moorgewässer stark gebleicht. Bei den Grabungen fand ich auf diesem Boden aufliegend einige dünne Birkenstämme. Die nun folgende *Sphagnum*-Torfschicht ist durchweg schwach zersetzt. In den Ebbemooren liegt auf dem Untergrund eine 20 bis 30 cm hohe bräunliche Torfschicht, die nach oben hin mit *Eriophorum*-Rhizomen und -Blattresten stark durchsetzt ist. Diese Torflage ist dicht und fest gepreßt. Weiter hinauf wird der *Sphagnum*-Torf lockerer und dunklerer. Bei 10 cm unter der heutigen Mooroberfläche beginnt der rezente Moosrasen. In dem Hofginsberger Moor liegt über dem Untergrund eine etwa 30 cm hohe dunkle Torfschicht, weiter aufwärts wird der Torf hellbraun, der rezente Moosrasen ist gleichfalls 10 cm dick. Eine größere Tiefe

erreicht mit 2,30 m das Moor bei Erndtebrück (siehe Profil 3). Es wird wohl das tiefste Moor des Sauerlandes sein. Es liegt in der flachen Eder-Talmulde am Ausgang eines Quellkessels. Der Untergrund gleicht dem der anderen Moore. Auf ihm liegt eine starke Birkenholzlage. In der Mitte des Moores sind die Stämme, Zweige, Rinde und Wurzeln gut erhalten, gegen den Rand zu fand ich aber eine Schicht, die nur aus Resten der weißen Rinde bestand. An den ausgestochenen Moorstellen ist eine Stubbenlage gut herausgearbeitet worden. Hier holte ich auch bei den Grabungen einen etwa 4 m langen und 25 cm dicken Stamm einer umgestürzten

Profil II.

Erle, z. T. im Ton liegend, hervor. Ähnliche Stämme wurden auch schon bei den früheren Moorarbeiten gefunden. An einer anderen Grabstelle sah ich neben dem Birkenholz einzelne dünne Erlenzweige. Diese mit Ton und *Sphagnum*-Torf untermischte Holzschicht ist etwa 15 cm dick. Es folgt nach oben eine etwa 45 cm starke, bräunliche, feste *Sphagnum*-Torfschicht ohne irgendwelche Holzreste. Weiter hinauf beobachtet man alsdann einen etwa 40 cm dicken *Sphagnum*-Torf, der stark mit *Eriophorum* durchsetzt ist und auch geringe dünne Birkenholzreste aufweist. Diese Holzreste nehmen am oberen Rande zu, auch fand ich hier einige Stubben von größeren Birken. Diese 2. Holzlage konnte über das ganze Moor ausgebreitet nachgewiesen werden. Es folgt nun bis zur rezenten Oberfläche hinauf ein hellbräunlicher, unzersetzter

*Sphagnum*-Torf mit ganz vereinzelten *Eriophorum*-Büscheln. Der Torf ist auffallend locker und verrät dadurch ein schnelles Wachstum. An den alten Wänden des Torfstiches erkennt man die 2. Holzlage an einer scharfen, starken Verwitterungslinie, sie läßt

Profil III.

darum den darüberliegenden lockeren *Sphagnum*-Torf klar hervortreten. Auch die unter dieser 1-m-Grenze liegende 40 cm dicke Torfschicht läßt sich durch die heraushängenden, faserigen *Eriophorum*-Reste leicht erkennen.

### 3. Die Ergebnisse der Pollenanalyse.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Mooren des Ebbegebirges gibt Profil I. Da der rezente Moosrasen etwa 10 cm beträgt, wurden Proben aus 15—20 cm, 30 cm, 40 cm und die letzte

nahe über dem Untergrund aus 50 oder 60 cm Tiefe genommen. In dem Durchschnittsdiagramm beträgt die Pollenzahl in Prozenten:

| | *Fagus* | *Betula* | *Alnus* |
|---|---|---|---|
| 20 cm | 40 | 30 | 28 |
| 30 cm | 50 | 27 | 20 |
| 40 cm | 48 | 30 | 19 |
| 50 cm | 42 | 30 | 23 |
| 60 cm | 45 | 32 | 21 |

Die Zahlen sind abgerundet. Die Restprozente entfallen auf *Pinus*, *Carpinus*, *Slixa* und *Quercus*. *Pinus*-Pollen findet man in jedem Präparat (18×18) 2—3×, *Picea*-Pollen sind ganz selten, *Abies* fand ich 1×.

Das Diagramm der Moorstellen auf der Hofginsberger Heide ist in Profil II dargestellt. Die Proben sind in Abständen von 15 cm entnommen. Die Pollenprozente betragen abgerundet:

| | *Fagus* | *Betula* | *Alnus* | *Carpinus* | *Corylus* |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 cm | 18 | 10 | 68 | 3 | 15 |
| 30 cm | 40 | 38 | 7 | 9 | 20 |
| 45 cm | 50 | 38 | 2 | 10 | 20 |
| 60 cm | 50 | 38 | — | 9 | 22 |

Die Pollen von *Tilia*, *Quercus*, *Salix*, *Pinus* und *Abies* sind selten. Häufiger findet man eine Milbe, die wahrscheinlich eine *Oribatide* ist.

Profil III gehört dem tieferen Moor bei Erndtebrück an. Die nachstehende Tabelle enthält die Prozentzahlen:

| Tiefe in cm | *Alnus* | *Betula* | *Carpinus* | *Fagus* | *Pinus* | *Salix* | *Ulmus* | *Quercus* | *Tilia* | Eichen-mischwald | *Corylus* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oberfläche | 11,2 | 26,7 | 6,0 | 50,0 | 2,5 | — | — | 2,5 | 0,8 | 3,3 | 2,6 |
| 20 | 12,4 | 23,7 | 7,7 | 50,7 | 2,1 | 0,5 | — | 2,5 | — | 2,5 | 8,1 |
| 45 | 21,5 | 17,7 | 6,5 | 45,7 | 3,7 | — | 0,9 | 2,8 | 0,9 | 4,6 | 2,7 |
| 65 | 18,8 | 23,0 | 8,4 | 39,9 | 1,4 | 0,9 | 1,2 | 4,9 | 0,3 | 6,4 | 6,5 |
| 85 | 21,5 | 20,5 | 4,6 | 41,7 | 1,0 | 0,7 | — | 8,6 | — | 8,6 | 7.6 |
| 105 | 13,9 | 31,0 | 1,5 | 44,8 | 2,1 | — | 0,9 | 2,2 | — | 3,1 | 5,0 |
| 120 | 13,0 | 55,6 | — | 22,1 | 0,3 | — | — | 3,6 | — | 3,6 | 10,0 |
| 140 | 14,1 | 33,1 | 0,6 | 40,0 | 4,7 | 1,5 | 2,2 | 6,4 | — | 8,6 | 14,7 |
| 150 | 18,9 | 32,7 | 1,1 | 31,5 | 3,4 | 2,8 | 2,2 | 6,3 | 0,5 | 9,0 | 5,4 |
| 160 | 5,3 | 32,1 | — | 48,7 | 1,9 | 1,9 | 0,5 | 8,7 | 1,9 | 11,1 | 1,4 |
| 185 | 13,2 | 21,0 | 0,9 | 45,0 | 5,9 | — | 1,6 | 8,3 | 1,8 | 11,7 | 7,7 |
| 200 | 17,3 | 28,5 | 1,4 | 35,5 | 4,8 | 0,9 | — | 10,5 | 0,7 | 11,2 | 7,2 |
| 210 | 9,6 | 40,2 | 1,1 | 21,5 | 5,8 | 4,6 | 0,3 | 13,0 | 3,8 | 17,1 | 15,3 |
| 220 | 28,4 | 53,9 | 0,4 | 5,9 | 0,4 | 2,4 | — | 4,9 | 2,4 | 7,3 | 4,6 |

Ergänzend sei noch gesagt, daß in allen Proben von unten bis oben vereinzelte Pollen von *Picea* und *Abies* auftraten.

Von fossilen Mikroorganismen wurden gefunden, in großer Zahl in den Stufen 220 bis 140 cm: 1. die „Moorschnecke", nach STEINECKE wahrscheinlich das Konidium eines Pilzes *Helicosporium*, 2. *Oribatiden*, Milben, 3. *Ditrema flavum*, Rhizopode, sehr häufig, 4. *Assulina seminulum*, Rhizopode, 5. *Arcella spec.*, Rhizopode, 6. Reste von Cladoceren und in den untersten Proben einmal eine Desmidiacee und die Alge *Mikrospora spec.* Weiter sind zu nennen die zahlreichen Sporen von *Sphagnum* und die selteneren von *Polypodium vulgare* und *Athyrium filix femina.* Die Gesellschaften der Mikrofossilien deuten auf Hochmoorbulte und Hochmoorschlenken hin. Von Moosen kommen in allen Proben von unten bis oben nur *Sphagnum cymbifolium* und *acutifolium* vor, in Stufe 7 dazu *Bryum spec.* und *Aulacomnium palustre.*

## 4. Die Waldgeschichte der Moore und des Sauerlandes.

Die Moorprofile des Ebbegebirges und der Hofginsberger Heide zeigen uns, daß der vorherrschende Waldbestand seit Entstehung und Wachstum der Moore der Rotbuchenwald war. Die höheren Prozentsätze von Birke und Erle sind „lokal" zu deuten. Eingestreut waren Eiche und Hainbuche. Die Kiefer besaß nur sporadisches Vorkommen. Auch in der Gegenwart trifft man sie in unseren Wäldern vereinzelt an, sie erhält ihren Bestand durch Anflug. Auf den ehemaligen Buchenwald deuten heute noch einige Restwäldchen und kleinere Bestände in der Nähe von Gehöften hin. Über das Alter der Moore läßt sich nur schwer etwas aussagen. Ich glaube, daß man den Beginn der Moorbildung in die Rodungsperiode des Mittelalters hineinverlegen kann, etwa 1000—1200 n. Chr. Anfangs haben wir es mit einem Versumpfungs- oder Bruchwald zu tun, wie wir ihn z. Zt. noch in unserem Gebirge vereinzelt antreffen. Im Rodungsgebiet veränderten sich alsdann die Lebensbedingungen der Pflanzen. Die bisher von der Waldbodendecke und -flora festgehaltenen Wassermengen sammelten sich nun als Sickerwässer in den vorhin erwähnten wannenartigen, flachen Senken, konnten nur ungenügend abfließen und gaben daher Anlaß zur größeren Ansiedlung von Quellsumpfpflanzen und Quellmoosen. An Nährstoffen anspruchslosere Pflanzen traten die Herrschaft an, vor allem *Sphagnum*- und *Carex*-Arten. Die wachsende *Sphagnum*decke brachte die vorhandenen Sträucher und Bäume durchweg zum Absterben. Es bildete sich nach und nach die anfangs geschilderte jetzige Oberfläche heraus. Der heutige herrschende

Waldbestand im Gebiete der Moore ist die Fichte, eingeführt durch die Forstkultur. — Das Moor bei Erndtebrück gibt uns die früheste Kunde von der Waldgeschichte des Sauerlandes. Zu Beginn der Moorbildung haben wir es an Ort und Stelle mit einem reinen Birkenwald zu tun, der mit einigen dickeren Erlen durchsetzt war. Ich nehme an, daß das ganze Edertal und auch die Hänge ein ähnliches Bild aufwiesen. Noch bis heute hat sich in diesem Gebiet ein im Sauerland auffallender Reichtum an Birkenbeständen erhalten. Auf altes Birkenvorkommen deutet auch der Dorfname „Birkelbach" hin. Hier hat nach einem Bericht aus der Berleburger Chronik im Jahre 1525 reiner Birkenwald gestanden. Der Waldboden war natürlich in der flachen wannenartigen Senke feucht und mit *Sphagnum* und Farnen wie *Polypodium vulgare* und *Athyrium filix femina* teilweise bedeckt, in den Wasserlöchern schwammen Algenwatten, z. B. *Mikrospora spec.* Wie ich eben schon sagte, trifft man solche Restwäldchen auch heute noch an. Der hohe Prozentsatz von Birke und Erle wird natürlich z. T. örtlich, vom Moorwald selbst, bedingt. Berücksichtigen wir dieses, so muß der Waldbestand der umliegenden Höhen Buche und Eichenmischwald gewesen sein. Es ist die Zeit, in der die Buche mit Macht eindrang und etwa die abnehmende Eichenmischwaldkurve schnitt. Damit können wir den Beginn der Moorbildung in die jüngere Steinzeit bis Bronzezeit setzen, also in die subboreale Periode der BLYTT-SERNANDERschen Zeitrechnung. Von einem trocken-warmen Klima im schwedischen Sinne kann nach allem bei uns keine Rede sein. Die Feuchtigkeitsmenge war derart, daß die Buche sich stark ausbreitete, und sogar eine Torfmoosbildung einsetzen konnte. Aus dieser Zeit haben wir aus dem nördlichen, etwa 200 m tiefer liegenden Sauerlande einen Fund, der mithilft, das sauerländische Waldbild zu klären. In dem Gebiete des Massenkalkes entdeckte GLUNZ in der Karhofhöhle eine vorgeschichtliche Herdstelle. Die Bestimmung der Pflanzenreste nahm das Institut in Tübingen vor. Die ältesten Gefäßreste gehören der jüngeren Steinzeit an, aber auch die Bronze- und Hallstattzeit sind vertreten. Es wurden gefunden an Kulturpflanzen: *Triticum vulgare*, *compactum* und *dicoccum*, *Secale cereale*, *Hordeum*, *Avena sativa*, *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Lens esculenta*, *Linum usitatissimum*, an Unkräutern: *Galium spurium*, *Polygonum aviculare*, an Wiesenpflanzen: *Anthoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Trisetum flavescens*, *Bromus hordeaceus*, *Trifolium minus*, *Medicago lupulina* und an Waldpflanzen: *Picea excelsa* (eine gut erhaltene Nadel), Holzkohle von *Quercus* und *Fagus* und ein Moos: *Hypnum Schreberi*. Der Fund zeigt also, daß das Ackergelände von Buchen-

und Eichenwald umgeben war und, was biologisch am interessantesten ist, auch die Fichte im Gebiete aufwuchs. — Mit dem Aufwachsen des Torfmooses geht der eben gezeichnete Birken-Erlenwald zugrunde. Damit verschwindet der eng örtlich einwirkende Faktor im Pollenspektrum. Die Stufe 3 gibt uns ein klareres Bild der Waldverteilung: Im Edertale und an den Hängen Birkenwald mit Erlen, höher hinauf auf den Höhen beherrscht aber die Buche den Holzbestand, trotzdem tritt der Eichenmischwald noch deutlich hervor. Dieses Waldbild bleibt bis Stufe 5. Dann zeigt das Moorprofil, daß ein erneuter geringer Bewuchs des Moores mit Birken einsetzt, der bei Stufe 8 in etwa 1 m Entfernung vom Untergrund sich durch vereinzelte größere Stubben bemerkbar macht. So ist es zu verstehen, daß der Birken-Prozentsatz wieder bis 55% hinaufschnellt und die Buche scheinbar eine Abnahme aufweist. Schaltet man aber diesen lokalen Einfluß aus, so erkennt man ohne weiteres, daß die Buche ihren Bestand erhält, ja sogar ihn noch weiter ausdehnt, denn der Eichenmischwald geht merklich zurück oder hört eigentlich auf zu existieren, die Tabelle zeigt nämlich, daß späterhin nur die Eiche noch mit geringen Prozenten auftritt, Ulme und Linde aber nur sporadisch sich bemerkbar machen. Wann die trockenere Periode im Moore auftrat, läßt sich kaum sagen. Man könnte geneigt sein, an die Grenze subboreal-subatlantisch zu denken. Aber es wurde schon vorhin angedeutet, daß eine subboreale Trockenzeit bei uns nicht bestand, und daß damit für solche Grenzzeit keine Anhaltspunkte vorliegen. Ich glaube vielmehr, daß die gezeichnete Veränderung im Moore überhaupt nicht klimatisch bedingt ist, sondern daß sie irgendwie auf menschlichen Eingriff, erste Rodungen, zurückzuführen ist, also die Zeit von 900—1200 n. Chr. Der 2. Waldboden fällt demnach in die subatlantische Zeit hinein. Es folgt weiterhin ein erneutes starkes Wachstum der Torfmoose, die die etwa 120 cm mächtige letzte Torfschicht aufbauen. Zu Beginn und während dieser Zeit hat das Moor innerhalb des Erndtebrücker Rodungsgeländes, Wiese und Feld, gelegen. Das Waldbild war auf den Höhen und in der Ferne fast reiner Buchenwald, an den Hängen lagen aber noch ausgedehntere Birkenbestände, am Bache und an versumpften Stellen wuchsen einige Erlen. Die Eiche war hier und da eingestreut, auch wohl in kleineren Beständen vorhanden, die Hainbuche erschien häufiger, Ulme und Linde traf man nur ganz vereinzelt an. Über das Vorkommen der Kiefer möchte ich folgendes aussagen: Ich glaube nicht, daß wir es mit Ferntransport zu tun haben, sondern daß die Kiefer in Einzelexemplaren oder in Einzelgruppen zerstreut im ganzen Sauerlande seit der Moorbildung

vorhanden gewesen ist. Ich deutete schon an, daß sie auch heute noch sporadisch, durch Anflug sich erhaltend, überall auftritt. Daß auch Fichte und Tanne vereinzelt oder in kleineren Beständen aufwuchsen, glaube ich bestimmt annehmen zu dürfen. Der Fund im Hönnetal bestätigt das alte Vorkommen der Fichte. Das Wachstum des Erndtebrücker Moores ist etwa um die Mitte des vorigen Jahrhunderts durch den Wiesenbau zum Stillstand gekommen, danach setzte die allmähliche Verheidung, wie das Moor sich uns heute darstellt, ein. Ein 88jähriger Mann berichtete aus seiner Jugendzeit, daß einige Bergkuppen im Eberndorftale, etwa 3—400 m unterhalb des Moores, mit Buschwerk aus Birke und Eiche, oder mit guten Birken, oder mit Kiefer, Birke und Eiche bestanden waren, daß andere Berge Kiefer und anschließend Buche aufwiesen, und daß die Wälder um das Benfetal reine Buchenhochwälder darstellten. Auch erzählte der alte Herr — er war längere Zeit Holzmeister gewesen —, daß 100jährige Tannen oder Fichten gefällt worden seien. Ihr Vorkommen geht also bis ins 18. Jahrhundert zurück. Vielleicht handelt es sich um Tannen, denn es wird berichtet, daß bei Berleburg um 1850 ein sehr alter Tannenbestand gefällt worden sei. Nach den Mitteilungen des Herrn Oberförsters aus Hilchenbach hat der Wald um das „Gründer Feld", nicht weit von Erndtebrück entfernt, gleiche Höhenlage, bis zum Jahre 1780 aus Mischung von Birke, Eiche und Buche bestanden. Erst ab 1780 hat man mit der Aufforstung von Fichten begonnen, die, wie ausdrücklich aktenmäßig vermerkt, eingeführt worden sind. Letztere Bemerkung schließt das frühere Einzelvorkommen der Fichte natürlich nicht aus. Diese geschichtlichen Anmerkungen bestätigen sehr gut das aus der Pollenanalyse sich ergebende Waldbild. Heute dehnt sich um Erndtebrück der Fichtenwald, der sich mehr und mehr als eine Last für Bewohner und Landwirtschaft auswirkt, weit und breit aus.

## 5. Kurze Zusammenfassung.

An Hand der Pollenanalyse Sauerländischer Moore läßt sich die Waldgeschichte des Gebietes bis in die jüngere Steinzeit, Bronzezeit hinein verfolgen, also bis in die subboreale Periode. Die Buche war schon vorher eingewandert und verdrängte in dieser ersten Zeit mehr und mehr den Eichenmischwald. Eine subboreale Trockenzeit hat wohl nicht bestanden. Schließlich überdeckte reiner Buchenhochwald das ganze Sauerland. An einzelnen Stellen, wie bei Erndtebrück oder am Rothenstein im Ebbegebirge, lagen ausgedehntere Birkenwaldungen mit eingestreuten Erlen. Dem Buchenwald waren

Eiche und Hainbuche untergeordnet beigemischt. Kiefer, Tanne und Fichte besaßen sporadisches Vorkommen, vielleicht bildeten sie auch hier und da kleinere Bestände. Die Buche wird schon während der atlantischen Zeit aus ihrem westlichen Rückzugsgebiet im Sauerland eingewandert sein und bildete in diesem feucht-atlantischen Klimagebiet alsbald den vorherrschenden Waldbestand. Kiefer, Fichte und Tanne werden vorgeschobene Einzelposten sein. Leider können wir im Sauerland über die Ergebnisse des Erndtebrücker Moores nicht mehr hinauskommen, da tiefere Funde nicht mehr zu erwarten sind.

Mein Dank zum Schlusse gilt meinem früheren Schulkameraden Lehrer W. HANSMANN aus Erndtebrück, der mir bei den Grabungen half und mir die geschichtlichen Bemerkungen übermittelte, sowie meinem Freunde Dr. KOPPE, der mir die Moose bestimmte, und meinem Landsmann Dr. HESMER, der mir wertvolle Auskünfte gab.

---

## Literatur.

1. BUDDE, H.: Pollenanalytische Untersuchungen der Ebbemoore. Verh. Naturhist. V. des preuß. Rheinl. u. Westfalen, 83. Jahrg. 1926, S. 251—266.
2. —, —: Pollenanalytische Untersuchungen der Moore auf der Hofginsberger Heide bei Hilchenbach. Ebenda, 85. Jahrg. 1928, S. 98—105.
3. HESMER, H.: Die Waldgeschichte der Nacheiszeit des nordwestdeutschen Berglandes. Zeitsch. für Forst- u. Jagdwesen 1928, Heft 4 u. 5.
4. BERTSCH, K.: Klima, Pflanzendecke usw. Mitteleuropas in vor- u. frühgeschichtlicher Zeit nach den Ergebnissen der pollenanal. Forschung. Ber. d. Röm.-Germanischen Kommission 1928, Frankfurt.
5. KOPPE, FR.: Die biologischen Moortypen Norddeutschlands. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Jahrg. 1926, Bd. XLIV, Heft 9.
6. Weitere Literatur ist in den angegebenen Arbeiten zu finden.

---

## 38. Heinrich Walter: Die osmotischen Werte und die Kälteschäden unserer wintergrünen Pflanzen während der Winterperiode 1929.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 30. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Die ganz außergewöhnliche Kälteperiode im Januar und Februar 1929 bot eine besonders günstige Gelegenheit für ökologische Untersuchungen unter extremen Bedingungen. Da man aber weder diese Witterungsverhältnisse noch ihre Dauer voraussehen konnte, so war es auch nicht möglich, die Arbeiten nach einem im voraus durchdachten Plane auszuführen, vielmehr mußten sie sich aus dem Augenblick heraus ergeben.

Schon Ende Dezember hatte Verf. einige Bestimmungen des osmotischen Wertes bei immergrünen Freilandpflanzen vorgenommen, und so wurden denn auch gerade diese osmotischen Untersuchungen weiter verfolgt. Angaben über das Verhalten des osmotischen Wertes bei wintergrünen Pflanzen unter natürlichen Bedingungen während der kalten Jahreszeit findet man ja in der ökologischen Literatur nur sehr spärlich. Bloß die Frage der Kälteresistenz und des Kältetodes ist häufiger erörtert worden. Vor kurzem hat ÅKERMAN (1) eine größere Zusammenfassung mit genauer Literaturübersicht gegeben.

Ohne hier im einzelnen auf diesen ganzen Fragenkomplex einzugehen, wollen wir nur die Veränderungen der Zellsaftkonzentration während der letzten Kälteperiode verfolgen. Daß eine Konzentrationszunahme eintreten würde, war zu erwarten. Sie konnte entweder durch direkte Kältewirkung auf das Stärke-Zucker-Gleichgewicht oder durch Wassergehaltsabnahmen bedingt werden. Dabei lassen wir eine eventuelle Konzentrationszunahme während des Durchfrierens durch Eisbildung vorläufig außer Betracht und untersuchen ausschließlich den osmotischen Wert der Pflanzen nach dem Auftauen der Gewebe.

Die angewandte Methode war dieselbe wie in den früheren Arbeiten des Verfassers (3, 4). Untersucht wurde das Verhalten von 61 einheimischen und exotischen zum größten Teil immergrünen

Pflanzen, von denen hier nur einige Vertreter der einzelnen ökologischen Typen genannt seien. Die Temperaturverhältnisse in Heidelberg während des Zeitraumes Dezember 1928—März 1929 sind auf Abb. 1 graphisch wiedergegeben.

Es sei vorweggenommen, daß sich bei Probenentnahmen aus verschiedener Höhe von einem Baume nur ganz unbedeutende Unterschiede des osmotischen Wertes zeigten: die Werte schwankten am 2. 2. 29 bei einem 7,5 m hohen *Pinus silvestris*-Baume zwischen 21,1—22,4 Atm., desgleichen bei einem 4,5 m hohen *Taxus baccata*-

Abb. 1. Tagesmaxima und -minima der Temperatur nach Beobachtungen der meteorologischen Station in Heidelberg von Dezember 1928 bis März 1929.

Baum zwischen 21,3—22,4 Atm. (am 7. 1. 29), wobei nur bei einem Kümmerast eine größere Abweichung ($O_n$ = 24,3 Atm.) festzustellen war. Fünf Proben von verschiedenen Stellen eines großen *Buxus sempervirens*-Busches ergaben am 31. 1. 29 Werte von 57,7—59,7 Atm. usw.

Zunächst wollen wir die gefundenen osmotischen Werte in Atmosphären (abgekürzt $O_n$) für die einzelnen Arten anführen:

## I. Osmotische Werte nicht immergrüner Pflanzen.

Viele sommergrüne Arten können in milden Wintern in Heidelberg ihre Blätter behalten. Im Winter 1929 erfroren diese jedoch,

soweit kein Schneeschutz vorhanden war. Als Beispiel seien einige krautige Pflanzen genannt: *Parietaria ramiflora* war Ende Dezember noch frisch und zeigte $O_n$ = 15,8—16,1 Atm. Am 10. 2. waren die meisten Sprosse tot, nur die am meisten geschützten waren am Leben geblieben und hatten $O_n$ = 20,9 Atm. (Max.!). Nach dem Austreiben im Frühjahr betrug $O_n$ am 18. Mai 13,6 Atm. Bei *Linaria cymbalaria* waren die Werte Ende Dezember 10,4 Atm., am 10. Februar bei überlebenden Sprossen 17,2 Atm. (Max.!), nach dem Austreiben am 18. Mai 10,1 Atm.

Von Sträuchern führen wir nur *Ligustrum ovalifolium* an: $O_n$ war am 21. und 22. 12. gleich 14,5—15,3 Atm., am 29. 1. gleich 19,5 Atm. und am 7. 2. gleich 24,2 Atm. (Max.!). Kein Blatt überwinterte in diesem Jahre. Junge Blätter besaßen am 10. 5. einen osmotischen Wert von 10,4 Atm.

Auch *Rubus*-Blätter im Walde hielten es nur unter Schneeschutz aus und hatten nach dem Ausapern $O_n$ = 20,7 Atm.

## II. Osmotische Werte der winterharten Koniferen.

Diese Arten hatten den strengen Winter ohne Schaden überdauert. Der osmotische Wert zeigte während der Kälteperiode einen langsamen, aber ständigen Anstieg; doch wurde der Maximalwert nicht überschritten. KORSTIAN (2) fand bei amerikanischen Koniferen im Winter einen Abfall der Zellsaftkonzentration; doch zeigte eine Nachprüfung, daß seine Resultate nur dadurch zustande kamen, daß er die Gewebe vor dem Auspressen nicht vollständig abgetötet hatte. Einige der untersuchten Arten seien hier angeführt:

Osmotische Werte von *Pinus silvestris*: Am 23. 12. 28 gleich 15,7 Atm., am 1. 1. 29 gleich 17,0 Atm., am 13. 1. gleich 18,2 Atm., am 2. 2. gleich 20,7—23,0 Atm. Ende Februar oder Anfang März wurden die Höchstwerte mit 24,6 Atm. festgestellt; späterhin fielen sie wieder ab.

Ähnlich lagen die Verhältnisse bei *Picea excelsa*: im Dezember und Januar lagen die Werte noch unter 20 Atm., dann stiegen sie an. Der höchste bei Heidelberg gefundene Wert war 28,8 Atm.

Bei *Abies pectinata* stieg der osmotische Wert von 18,1 im Dezember bis auf 26,9 Atm. am 9. 3. Ebenso verhielten sich *Pseudotsuga Douglasii* (24,0—32,1 Atm.), *Pinus strobus* (19,3—26,3 Atm.) u. a. m., während *Chamaecyparis Lawsoniana* (18,4—34,0 Atm.), die *Cedrus*-Arten (23,3—25,0 Atm.), *Sequoia* (23,5—27,2 Atm.) und *Cryptomeria* (30,9—35,0 Atm.) stark geschädigt wurden.

### III. Osmotische Werte wintergrüner Pflanzen mit atlantischer Verbreitung.

Das Verhalten dieser Pflanzen war außerordentlich bemerkenswert. Sie haben alle den Winter sehr schlecht überstanden. Es zeigte sich dabei, daß ein Absterben der Blätter stets eintrat, sobald die nach dem Auftauen ermittelte Zellsaftkonzentration einen für jede Art charakteristischen Wert erreicht hatte. Wir nennen ihn den maximalen osmotischen Wert ($O_{max}$). Zu Beginn der Kälteperiode vollzog sich das Ansteigen des osmotischen Wertes nur ganz langsam; dann stieg die Konzentration immer rascher, bis ein Absterben der Blätter eintrat. Zum Teil starben dabei auch die ganzen Pflanzen ab, während andere im Frühjahr wieder austrieben. Als Beispiel seien genannt:

*Hedera helix* wurde von 7 verschiedenen Standorten in der Umgebung von Heidelberg untersucht. Im Dezember lagen die Werte zwischen 15,0 und 16,9 Atm., im Januar zwischen 16,9 und 18,7 Atm., im Februar stiegen sie über 20 Atm. $O_{max}$ scheint fast genau bei 22,0 Atm. zu liegen. Sobald dieser Wert erreicht oder überschritten wurde, erholten sich die Blätter nachträglich nicht mehr, sondern starben unweigerlich ab.

Bei *Ilex aquifolium* lagen die Werte im Dezember zwischen 16,1 und 18,0 Atm. Auch hier wurden 20,0 Atm. erst im Februar überschritten. $O_{max}$ scheint bei 24,5 Atm. zu liegen. Zwar stiegen bei einem Baume die Werte noch höher an, aber die Blätter waren wohl schon tot, denn auch nach Eintritt des Tauwetters fiel die Zellsaftkonzentration nicht, und allmählich vertrockneten die Blätter ganz. Bei einem anderen stark geschädigten Baume blieben die unteren Blätter am Leben, und der osmotische Wert fiel im Mai auf 18,1 Atm.

Auch bei *Helleborus foetidus* an einem natürlichen Standort auf einem Lößabhang wurde im Winter der Maximalwert überschritten, so daß fast alle Blätter abstarben und nur die jungen den Winter überdauerten. Der Maximalwert scheint bei etwa 20—22 Atm. zu liegen. Im einzelnen betrugen die Werte: im Dezember 16,2 bis 19,1 Atm., im Januar 22,4 Atm., am 3. Februar 21,5—22,9 Atm., am 13. Februar 22,2—24,1 Atm. Am 6. März war die Schädigung der alten Blätter deutlich sichtbar und der osmotische Wert betrug bei ihnen 22,4—23,8 Atm., die jungen sahen gesund aus und $O_n$ war 19,4 Atm. Am 19. 3. hatten gesunde junge Blätter $O_n = 15,2$ Atm. und einige erhalten gebliebene alte Blätter 20,1 Atm. Am 28. 4. war der Wert bei den jungen 18,1 Atm. und am 18. Mai 15,0 Atm.

Ganz ähnlich verhielt sich *Sarothamnus scoparius*. Die Zellsaftkonzentration stieg vom Dezemberwert mit 15,2 Atm. im Januar auf 20,4 Atm.; im Februar schwankten die Werte zwischen 21,2 und 30,6 Atm. Nur die Pflanzen mit den niedersten Werten kamen durch den Winter durch, alle anderen wurden gänzlich schwarz. Am 19. 3. zeigten Büsche mit vereinzelten grünen Zweigen einen Wert von 20,9 Atm. Späterhin trieben diese aus, während bei den schwarz gewordenen Zweigen die Erneuerungstriebe aus den basalen Teilen entsprangen.

Für alle diese Arten ist also charakteristisch, daß sie relativ geringe Schwankungen aufweisen. Dafür aber liegt auch der maximale osmotische Wert ziemlich niedrig. Infolgedessen vertragen sie zwar eine kurze Kälte sehr gut, nicht aber eine so lange andauernde wie in diesem Jahr. Bei wochenlanger Kälte und zugleich großer Trockenheit wird trotz der wohl sehr geringen winterlichen Transpiration so viel Wasser verloren, daß der maximale osmotische Wert überschritten wird. Die Pflanzen können also nur in einem Klima mit sehr kurzer Frostperiode gedeihen, was ja auch im atlantisch-subatlantischen Gebiet der Fall ist. Für die Frostschäden scheint demnach in erster Linie die lange Frostdauer und nicht die Tiefe der Frosttemperaturen ausschlaggebend zu sein. Da aber meistens beide Faktoren parallel gehen, so können die Arealgrenzen dieser Arten sehr wohl mit einer bestimmten Januarisotherme zusammenfallen.

Ebenso wie unsere subatlantischen Pflanzen verhalten sich auch die ostasiatischen und nordamerikanischen immergrünen Ziersträucher, die aus ähnlichen Klimagebieten stammen:

*Aucuba japonica* besaß einen Dezemberwert von 17,5 Atm. Der Maximalwert liegt bei 24,0 Atm. Da dieser Wert überschritten wurde, so starben alle Blätter ohne Ausnahme ab. Im Winter 1927/28 dagegen wurde der Wert von 21,0 Atm. nicht überschritten, und Schädigungen waren nicht zu beobachten.

Bei *Evonymus japonica* liegt der Maximalwert zwischen 21,2 und 26,2 Atm. Auch hier starben alle Blätter ab.

Bei *Prunus laurocerasus* wurde im Winter 1927/28 der Wert von 27,8 Atm. ohne Schädigung vertragen. In diesem Winter waren die Blätter bei $O_n = 28,3$ Atm. noch scheinbar unbeschädigt, dagegen bei 29,8 Atm. schon tot. Hier ist zu berücksichtigen, daß alle Werte infolge der Hydrolyse des Glykosids bei der Bestimmung etwas zu hoch liegen (vergl. WALTER, 3).

Die immergrünen *Rhododendron*-Arten gehören auch in diese Gruppe. Die Untersuchung wurde hier durch die vielen verschiedenen Sorten sehr erschwert. Viele von ihnen kamen gut durch den Winter durch, andere zeigten sehr schwere Schädigungen. Die Werte schwankten im Februar zwischen 21,8 und 24,7 Atm. Weitere hierher gehörende untersuchte Arten sind: *Prunus lusitanica*, *Magnolia grandiflora*, *Distylium racemosum*, *Garrya eliptica*, *Mahonia japonica* usw. Schon etwas größere Schwankungen als die genannten Arten wies *Vinca minor* auf. An sonnigen aperen Stellen waren die Sprosse dieser Pflanze bereits am 13. Februar tot, dagegen blieben sie an schattigen Stellen im Walde und namentlich unter Schneeschutz sehr gut erhalten. Das Ansteigen des osmotischen Wertes war ein sehr regelmäßiges:

Am 30. 12. 28 gleich 18,2 Atm., am 13. 1. 29 gleich 23,0 Atm., am 3. 2. gleich 26,7 Atm., am 13. 2. gleich 32,5 Atm., am 9. 3. gleich 20,5 Atm. und am 28. 4. gleich 18,4 Atm.

Sehr viele Messungen sind mit *Taxus baccata* ausgeführt worden. Im vorigen Jahr wurde für diese Art am 7. 3. 28 ein Wert von 18,4 Atm. gefunden. Damit stimmt der Dezemberwert im letzten Winter mit 18,2 Atm. überein. Während der Kälteperiode aber stieg die Zellsaftkonzentration bis Ende Januar auf 23,7 Atm. Der Anstieg setzte sich im Februar rasch fort. Am 18. 2. waren schon 50 Atm. überschritten. Gleichzeitig machten sich Schäden bemerkbar, und im Frühjahr trieb der Baum zwar gut aus, von den vorjährigen Nadeln waren aber nur einige wenige an den schattigsten Teilen der Krone erhalten geblieben. Bei diesen fiel der osmotische Wert bis zum 2. 5. wieder auf 19,3 Atm. Dieser Baum war relativ stark der Sonne ausgesetzt. Etwa 20 m davon entfernt stand ein anderer im Schatten des Institutes. Hier wurden als höchster Wert nur 27,2 Atm. gefunden, und alle Nadeln dieses Baumes blieben fast ganz unbeschädigt. Wir werden also den Maximalwert bei *Taxus* um 30 Atm. herum zu suchen haben.

## IV. Osmotische Werte von Pflanzen mit hohen Maximalwerten.

Waren die Schwankungen des osmotischen Wertes bei den beiden letzten Arten schon relativ groß, so werden sie doch durch die folgenden bei weitem übertroffen. Als Beispiel nennen wir *Polypodium vulgare*, *Viscum album* und *Buxus sempervirens*. Es sind bezeichnenderweise Pflanzen, die große Trockenheit vertragen, und die auch weit nach Süden in das Mittelmeergebiet vordringen. *Buxus*

*sempervirens* hat ja seine Hauptverbreitung im Mittelmeergebiet. Und gerade diese Art ist es, bei der einerseits die höchsten Werte gefunden wurden, und die andererseits von allen immergrünen Pflanzen, die winterharten Coniferen ausgenommen, die geringsten Schädigungen aufwies.

Es seien zunächst die ermittelten Werte angeführt:

*Polypodium vulgare*:

Am 30. 12. 28 gleich 15,9 Atm., am 13. 1. 29 gleich 24,3 Atm., am 3. 2. gleich 44,7 Atm., am 13. 2. kein Preßsaft erhalten, am 6. 3. ausgeaperte Pflanzen gleich 21,1 Atm., geschädigte Blätter 25,3 und 35,3 Atm., am 19. 3. gleich 19,3—23,2 Atm., am 28. 4. gleich 19,2 Atm.

Schädigungen waren an den aperen Stellen überall deutlich. Häufig waren die ganzen Blattränder tot, aber selten fand man ein Blatt, das vollständig tot war. Meist blieb der mittlere Teil der Blattlamina erhalten.

*Viscum album* auf Kiefern bei Sandhausen:

Am 21. 12. 28 gleich 25,0 Atm., am 2. 2. 29 gleich 51,7 Atm., am 23. 2. gleich 72,3 Atm., am 7. 3. gleich 48,2 Atm.

Die Pflanzen hatten während der Kälteperiode ein ganz welkes Aussehen. Auch hier wurden sehr viel Blätter geschädigt, z. T. wurden auch die Sprosse später abgeworfen, doch blieben viele am Leben. Konnte man aber in diesen Fällen noch im Zweifel sein, ob nicht doch bei den höchsten Werten der Maximalwert überschritten war, so kann man für *Buxus* mit Sicherheit behaupten, daß das nicht zutraf. Bei dem Versuchsbusch war im Frühjahr auch kein einziges abgestorbenes Blättchen zu finden, und in ganz Heidelberg sah man bei *Buxus* außerordentlich selten Frostschäden, und diese beschränkten sich dann nur auf einige Sproßspitzen.

*Buxus sempervirens*:

Am 22. 12. 28 gleich 33,9 Atm., am 29. 1. 29 gleich 50,3 Atm., am 31. 1. gleich 58,0 Atm., am 7. 2. gleich 51,4 Atm., am 12. 2. gleich 48,0 Atm. (seit 31. 1. Temperatur häufiger über Null), am 14. 2. gleich 50,5 Atm., am 18. 2. gleich 60,4 Atm., am 23. 2. gleich **72,6** Atm., am 27. 2. gleich 33,0 Atm. (nach Tauwetter), am 5. 3. gleich 48,9 Atm., am 9. 3. gleich 33,5 Atm., am 19. 3. gleich 29,4 Atm. Im milden Winter 1927/28 wurden 30,7 Atm. festgestellt.

Mit diesen Beispielen wollen wir uns hier begnügen. Ausführlicher werden die Werte in einer späteren Arbeit behandelt.

Dort sollen auch die genauen Standortsbeschreibungen gegeben werden.

Wir legen uns nun die Frage vor, wie kommen die Frostschäden zustande? Dabei wollen wir aber nicht die Frage in ihrer Gesamtheit diskutieren; denn es ist sicher, daß die Ursachen der Kältewirkung sehr verschieden sein können, sondern wir beschränken uns nur auf die im letzten Winter an unseren wintergrünen Pflanzen beobachteten Frostschäden, die also an Pflanzen auftraten, die sonst normalerweise die Winterfrostperioden bei uns gut vertragen.

Die Minimaltemperaturen erreichten im letzten Winter ganz außergewöhnliche Grade. Es liegt deshalb nahe, die tiefe Temperatur als bedingende Ursache für die Schäden anzusehen. Aber alle Beobachtungen, die gemacht wurden, sprechen eher gegen als für diese Annahme. Es scheint vielmehr, daß die während der Frostperiode eintretenden Wasserverluste in den Blättern der ausschlaggebende Faktor sind. Daß wir es also, kraß ausgedrückt, nicht mit einem Erfrieren, sondern mit einem Vertrocknen zu tun haben, was ja von verschiedenen Seiten wiederholt behauptet wurde. Durch die Bestimmung des osmotischen Wertes läßt sich dieses Vertrocknen der Blätter Schritt für Schritt verfolgen. Zwar kann eine Erhöhung des osmotischen Wertes auch durch Bildung von osmotisch wirksamen Substanzen unter dem Einfluß der Kälte zustande kommen, aber auf diesen Faktor allein werden wir die z. T. gewaltigen Konzentrationszunahmen nicht zurückführen können. Zudem ist es nicht wahrscheinlich, daß diese Umsetzungen auch bei festgefrorenen Blättern noch vor sich gehen, trotzdem aber nimmt der osmotische Wert auch dann noch zu.

Für die Wassergehaltsabnahmen durch Transpirationsverluste und die Kältewirkung durch Austrocknung sprechen weiter folgende Beobachtungen: Ganz allgemein konnte bestätigt werden, daß der Sonne exponierte Pflanzen mehr geschädigt wurden, und daß sie zugleich auch einen höheren osmotischen Wert besaßen, als beschattete. Bei einer Reihe pyramidenförmiger *Taxus*-Bäumchen starb die ganze Sonnenseite der Kronen ab, während die Nordseite vollkommen ungeschädigt blieb. Ja, es ließ sich häufig beobachten, daß bei Blättern, die teilweise beschattet waren, die der Sonne ausgesetzten Stellen viel früher geschädigt wurden. Die Minimaltemperaturen dürften in diesen Fällen wohl keine Unterschiede aufgewiesen haben. Weiter ließ sich zeigen, daß schon der geringste Schneeschutz eine Schädigung mit Sicherheit verhütete, während an aperen Stellen selbst *Vaccinium myrtillus*, *Aira flexuosa* usw. abstarben. Be-

obachtet man den Beginn der Frostschäden an den Blättern, so kann man feststellen, daß stets die am meisten exponierten Teile, also Blattspitzen und Blattränder, besonders gefährdet sind. Beim Efeu konnte man deutlich sehen, daß die um die Blattrippen herum liegenden Teile am längsten grün blieben, während die Felder dazwischen sich bereits braun verfärbt hatten.

Schon diese Beobachtungen sprechen gegen die Wirkung der niederen Temperaturen. Aber noch besser läßt sie sich durch die Tatsache widerlegen, daß die stärkste Kälteperiode von den meisten Pflanzen gut vertragen wurde. Auch die erste kurze Tauwetterperiode ging ohne Folgen vorüber, sowie die zweite Kälteperiode. Die Schäden traten meist erst Anfang März auf, als endgültig Tauwetter eingesetzt hatte, und die Transpiration bei den hohen Lufttemperaturen stark anstieg, während zugleich der Boden noch ganz durchfroren war, sodaß eine Wasseraufnahme nicht stattfinden konnte. Wir sehen in Übereinstimmung damit, daß die osmotischen Werte im März anfangs kaum einen Abfall zeigten. Erst mit fortschreitendem Auftauen des Bodens gegen Ende März oder noch später wurden die Dezemberwerte wieder erreicht. Nach den Beobachtungen der meteorologischen Station in Karlsruhe war der Boden erst am 12. 3. aufgetaut, die Bodentemperatur von 5° C wurde erst am 23. 3. überschritten, aber bis Ende März betrug die Maximaltemperatur nur 6,7° C.

Wir sprachen im Vorhergehenden wiederholt von den maximalen Grenzwerten der Zellsaftkonzentration bei den einzelnen Pflanzenarten. Wir verstanden darunter die höchste Konzentration, die von den Pflanzen noch ohne Schaden ertragen wurde. In vielen Fällen ließ sich feststellen, daß das Absterben stets eintrat, wenn ein gewisser osmotischer Wert überschritten war. Nicht immer konnte jedoch dieser Wert genau ermittelt werden. Man kann das Absterben den Blättern, namentlich im gefrorenen Zustande, nicht in allen Fällen ansehen. Da das Austrocknen im Winter auch bei toten Blättern nur langsam vor sich geht, so kann es vorkommen, daß der osmotische Wert von bereits geschädigten Blättern gemessen wird. Es ist also möglich, daß in einigen Fällen der maximale Wert zu hoch veranschlagt wurde. Um ihn genauer einzuschätzen, müssen noch Beobachtungen aus weiteren Jahren vorliegen. Als maximalen Wert wird man dann den höchsten Wert derjenigen Jahre bezeichnen, in denen keine Schädigungen der Pflanzen eintraten. In den Jahren mit Kälteschäden muß dieser Wert überschritten werden.

Aber hat es überhaupt Sinn, von einem solchen maximalen Wert zu sprechen?

Was wir bei den kryoskopischen Untersuchungen ermitteln, ist ja nur die Zellsaftkonzentration im aufgetauten Zustande. Im gefrorenen Zustande muß die Zellsaftkonzentration des Blattes eine viel höhere sein und zwar läßt sie sich direkt aus der Blattemperatur berechnen. Ist z. B. das Blatt auf —20° C abgekühlt, und ist es dabei zur Eisbildung gekommen, so muß so viel Eis ausfrieren, bis der Zellsaft eine Konzentration erreicht, deren Gefrierpunkt bei —20° C liegt. Das würde einem osmotischen Wert von etwa 240 Atm. entsprechen. Wären diese Konzentrationen im gefrorenen Zustande für die Kälteschäden verantwortlich zu machen, dann müßten die Schäden direkt parallel den Kältegraden gehen, d. h. wir hätten echte Kälteschäden. Aber das trifft im vorliegenden Falle nicht zu. Es wäre dann auch ganz unverständlich, wodurch ein Absterben beim Überschreiten eines gewissen kryoskopisch ermittelten osmotischen Wertes bedingt wäre. Wir können uns dieses Verhalten nur durch die Annahme erklären, daß eine hohe Zellsaftkonzentration erst bei Temperaturen über Null Grad auf das Plasma schädigend einwirkt, und daß bei niederen Temperaturen nicht nur die normalen chemischen Umsetzungen gehemmt werden, sondern auch diejenigen, die das Absterben zur Folge haben. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß auch bei Temperaturen über Null der Maximalwert umso tiefer liegt, die Schädigung also umso rascher eintritt, je höher die Temperatur ist. Dafür scheint die Beobachtung zu sprechen, daß alle Maximalwerte im heißen Sommer 1928 in Ungarn tiefer lagen als bei denselben Arten im Winter 1928/29 in Heidelberg. Doch ist die Zahl der Vergleichswerte noch zu gering, um sichere Schlüsse daraus zu ziehen. Folgende Beispiele seien genannt:

Maximale osmotische Werte für einzelne Pflanzenarten in Ungarn (Sommer 1928) und bei Heidelberg (Winter 1928/29).

| | *Hedera helix* | *Asarum europaeum* | *Chelidonium majus* | *Picea excelsa* | *Thymus serpyllum subsp.* |
|---|---|---|---|---|---|
| Sommer | 14,7 Atm. | 14,0 Atm. | 12,4 Atm. | >19,3 Atm. | 22,3 Atm. |
| Winter | 22,0 „ | >17,4 „ | 15,7 „ | >28,8 „ | 28,2 „ |

Wir sehen daraus, wie kompliziert das ganze Problem ist, und wollen noch weitere Untersuchungen abwarten, die zur Klärung dieser Fragen beitragen sollen.

Heidelberg, im Mai 1929. Botanisches Institut.

## Literaturverzeichnis.

1. ÅKERMAN, Å., Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen (Veröff. der K. und A. WALLENBERG-Stift. X, Lund 1927).
2. KORSTIAN, C. F., Density of cell sap in relation to environmental conditions in the Wasatch Mountains of Utah (Journ. of Agricult. Research 28, 845, 1924).
3. WALTER, H., Über die Preßsaftgewinnung für kryoskopische Messungen des osmotischen Wertes bei Pflanzen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 46, 539, 1928).
4. —, —, Neue Gesichtspunkte zur Beurteilung der Wasserökologie der Pflanzen (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 47, 243, 1929).

# Sitzung vom 28. Juni 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß der Vorstand an unseren Präsidenten Herrn Professor Dr. K. LAKOWITZ-Danzig zu dessen 70. Geburtstage eine Glückwunschadresse gerichtet hat, die er verliest, und die folgendermaßen lautet:

Hochgeehrter Herr Professor!

Zu Ihrem 70. Geburtstage, den Sie in voller Arbeitsfreude und Frische erleben, sendet Ihnen die Deutsche Bot. Ges. die herzlichsten Glückwünsche!

Wir gedenken an diesem Tage der großen Verdienste, die Sie als langjähriger Vorsitzender des Westpr. Zool. Bot. Vereins um die Erforschung Ihrer Heimatprovinz und um die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse im deutschen Danzig sich erworben haben. Ihre spezielle Neigung galt der Algenflora Ihrer heimischen Küsten, der Sie eine eingehende Darstellung gewidmet haben. Sie haben auch weiterhin den Algen Ihr Interesse bewahrt und können nunmehr mit Genugtuung auf den Abschluß Ihrer umfassenden Studien in der „Algenflora der gesamten Ostsee" zurückblicken, deren Erscheinen gerade in diesen Tagen zu erwarten ist.

Als besonders glückliches Zusammentreffen können wir es begrüßen, daß die Deutsche Bot. Ges., deren langjähriges Mitglied Sie sind, in diesem Jahre unter Ihrem Vorsitz in Danzig tagen wird, und die Deutsche Bot. Ges. ist Ihnen für Ihre aufopfernde Mühewaltung bei der Durchführung dieser Tagung zu besonderem Danke verpflichtet.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Auf den Glückwunsch hat Herr LAKOWITZ durch ein Dankschreiben erwidert, daß ebenfalls vom Vorsitzenden verlesen wird.

---

Als neues Mitglied wird vorgeschlagen:

**Killermann,** Dr. **Seb.,** Professor in **Regensburg,** Hochschule (durch H. KNIEP und F. HERRIG).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Däniker,** Dr. **A. U.,** Privatdozent in **Küsnacht** bei Zürich,
**Quintanilha,** Dr. **Aurelio,** Professor in **Coimbra,**
**Uhlmann,** Frau Dr. **Elisabeth,** in **Dresden.**

---

Herr R. KOLKWITZ führt einen Film von Herrn ULEHLA-Brünn über Bewegungserscheinungen an Pflanzen vor. Die Aufnahmen betreffen Krümmungsbewegungen, Wachstums- und Entfaltungsbewegungen, Nutationen, Reiz, Keimung u. dgl. bei *Aesculus*
*Amicia*
*Avena*
*Berberis*
*Clivia*
*Crocus*
*Dodecatheon*
*Echinocactus*
*Eichhornia*
*Eranthis*
*Fuchsia*
*Gloxinia*
*Hepatica*
*Mimosa*
*Mimulus*
*Oenothera*
*Pharbitis*
*Phaseolus*
*Pisum*
*Primula*
*Sparmannia*
*Tradescantia*
*Vicia sativa*
*Vicia faba*
*Vitis*
usw.

Die Vielfältigkeit und der Rhythmus in den Bewegungen der Pflanzen kommen sehr plastisch zum Ausdruck.

---

# Mitteilungen.

## 39. Adalbert Blochwitz: Schimmelpilze als Pflanzenparasiten.

(Eingegangen am 7. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung 1922.)

Von Mucorineen parasitieren nach BREFELD, Untersuchungen über Schimmelpilze Band I p. 31 ff. und p. 43 ff: *Piptocephalis Freseniana* De Bary et Woronin, *Chaetocladium Jonesii* und *Fresenianum*, *Syncephalis* van Tieghem auf *Mucor* und andern Mucorineen; nach COHN: *Syncephalastrum* Cohn auf *Aspergillus Oryzae;* nach BAINIER, Ann. Sc. nat. série VI, 19 p. 212, 1884, und Bull. Soc. myc. Fr. 19 p. 153, 1903, *Parasitella simplex* Bainier auf *Mucor* und *Absidia;* nach THAXTER, Bot. Gazette 20 p. 513, 1895, *Dispira* auf *Mucor*; nach BURGEFF, Us. über Sexualität und Parasitismus bei Mucorineen I, GÖBELs Bot. Abhdlg. 4, 1924, zusammengestellt in einer Tabelle p. 109, *Chaetocladium* und *Parasitella* auch auf *Thamnidium*, *Sporodinia*, *Pilaira* u. a. sp., nicht auf *Phycomyces*, *Pilobolus*, *Mortierella*, *Syncephalastrum;* Gründe für die Unterschiede in der Empfänglichkeit sind nicht angegeben; die letzteren Arten haben bekanntlich derbere Sporangienträger.

BREFELD bzw. sein zeichnerischer Mitarbeiter hat Band II Tafel VIII ein *Mucor*-Köpfchen gezeichnet, das über und über mit *Penicillium*-Pinseln bedeckt ist, und gibt an, daß es hier als Parasit aufgetreten sei. Wie es hineingelangt sei, ob der Inhalt noch lebend war, ist nicht angegeben; es soll vom Köpfchen aus in den Stiel vorgedrungen sein. Ich hegte einigen Verdacht, es könne aus dem Nährboden hinaufgekrochen sein und aus diesem zunächst seine Nahrung bezogen haben; selbst Obst befällt *Penicillium* wohl nur dann, wenn es infolge Verpackung, Lagerung, Erschütterung beim Transport oder Fall gedrückt und erweicht oder irgendwie beschädigt ist. Um darüber zu entscheiden, kultivierte ich *Penicillium* einerseits in Mischkultur mit *Mucor* und *Rhizopus;* andererseits wählte ich ein Verfahren, das auch die mikroskopische Untersuchung im Grunde überflüssig macht und zugleich feststellen läßt, ob nicht nur Hyphen in die *Mucor*hyphen eindringen können, sondern auch auskeimende Konidien in die Sporangien, wie es nach BREFELD der Fall sein mußte: eine dichte *Mucor*- und *Rhizopus*-

kultur, zufällig auf Birnenschalen in Glasschälchen mit eingezogenem Deckelrand herangewachsen, wurde umgestülpt auf eine dichte *Penicillium*-Decke in einer PETRIschale getupft und wieder bedeckt. Bei *Mucor* muß man natürlich ein Schälchen wählen, das genau so hoch ist wie der *Mucor*. In den Wassertropfen, die sich auf den Sporangien bzw. Stolonen kondensieren, keimen die Konidien aus; es bietet sich in beiden Fällen dasselbe Bild wie in Mischkultur: die *Penicillium*hyphen, stellenweise mit Pinseln bedeckt, ziehen von einem Köpfchen durch die Luft zum andern; auch aus Köpfchen und Stolonen treten Pinsel an die Luft. Da die Konidienträger infolge der Nährstoffarmut des Substrats an Hyphen wie an Stolonen sehr locker stehen, kann man bei dieser Gelegenheit sehr schön den Phototropismus erkennen.

Der Parasitismus auf Insekten, den ich soeben nachgewiesen hatte (die Versuche wurden im Sommer 1921 ausgeführt), regte nun die Frage an, ob auch Aspergillen sich Mucorineen gegenüber parasitisch verhalten in Mischkultur bei 30°, eine Temperatur, welche zum Parasitieren auf Insekten erforderlich war. Hierbei erhielt ich bei verschiedenen euglobosen Species, wie *A. Wentii*, *purpureus*, riesig hohe Konidienträger, die über die *Rhizopus*-Gewölle (diese bleiben hier bei 30° in der Höhe meist zurück) hinauswuchsen und hier eine dichte Konidiendecke bildeten; bei dem subglobosen *A. flavus major* waren diese corymbös verzweigt (s. Ber. D. Bot. Ges. 43, 3 p. 105. 1925). Die kleinwüchsigen *flavus*-Stämme dagegen parasitierten, ebenso *A. fumigatus*, *niveus* n. sp., *galeritus* n. sp., *malignus* Lindt, der dem *fumigatus* sehr ähnlich, und *nidulans*. Es ist höchst beachtenswert, daß dies ausnahmslos dieselben Species sind, die auch die *Drosophila* befielen, wo jedoch *P.* völlig versagte. Die Versuche wurden auf langen Brotstreifen in 2 cm weiten Reagenzgläsern bei 25—30° ausgeführt; Platten eignen sich zwar besser zur mikroskopischen Untersuchung, doch würde die Gelatine schmelzen. Da *Rhizopus* und *Mucor* das Substrat viel rascher überziehen als *Aspergillus*, empfiehlt es sich, diesen 1 Tag früher zu impfen und in längerem Impfstrich, damit überall junge Hyphenspitzen vorhanden sind, um in den *Mucor* eindringen zu können; doch dringen Keimschläuche ja ebensogut ein. Bei 30° ist früheres Impfen nicht nötig, da hier die sämtlich thermophilen Aspergillen den Mucorineen in der Entwicklung gegenüber im Vorteil sind; *Rhizopus* erreicht mit seinen Stolonen nur selten die gegenüberliegende Glaswand, so daß man deutlich mit der Lupe beobachten kann; es ist dies vielleicht auch eine Schädigung durch den Parasiten; auch ist der Parasitismus bei 30° kräftiger, während bei

*Penicillium* hierin kein Unterschied gefunden wurde. Die thermophoben Aspergillen muß man aber bei etwas niedrigerer Temperatur, 20—25°, prüfen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß die *Aspergillus*- und *Penicillium*hyphen stets innerhalb der viel breiteren Stolonen und Sporangienträger verlaufen; nie sieht man sie sich um diese herumwinden; nur die Konidienträger treten stellenweise zutage, die Wand durchbohrend. Sie verhalten sich aber anders als parasitische Mucorineen; Fanghyphen, Gallenbildung usw. sind hier nicht zu beobachten.

Auch hier kann man, wie oben bei *Penicillium*, Konidien auf den Sporangien auskeimen lassen, indem man sie in langem Strich oben auf das *Rhizopus*geflecht bringt, solange dies genügend Kondenswasser enthält. Man kann häufig beobachten, daß auf älteren Schimmeldecken sich ein *P.* oder *A.* ansiedelt, auch wenn nur einzelne Konidien darauf gefallen sein können, was nach öfterem Öffnen der Kulturgefäße und besonders auf Platten leicht vorkommt. Ob die Lebensweise hier eine parasitische oder eine saprophytische, ob das Plasma nicht mehr als „lebend“ zu betrachten ist, ist nicht leicht zu entscheiden. Die Wände der Konidien- und Sporangienträger, Köpfchen, Stolonen werden jedenfalls nicht aufgezehrt. Meist bleibt es hier bei einem geringen Anflug, weil der Inhalt der Konidienträger zuletzt fast völlig in die Konidien auswandert; diese aber werden von fremden Schimmelpilzen nicht aufgezehrt. Auf einer Gelatine-Platte mit zahllosen Hefekolonien wurden diese dagegen restlos von einem eingedrungenen *P.* aufgezehrt.

Gleichzeitig hatte ich im Sommer 1921 in großem Umfang die Frage behandelt, ob Aspergillen und Mucorineen gesundes Obst oder erweichte Birnen, Äpfel, Kirschen als Parasiten befallen können. Fast sämtliche Aspergillen-Species, ca. 30, eine Nadelspitze voll Konidien tief eingestochen, keimten aus und erzeugten in der Stichwunde einen Kranz winziger Konidienträger, doch meist mit reifen Konidien, vermochten aber nicht weiter vorzudringen als in die verletzten Zellen und stellten das Wachstum ein, nachdem die Öffnung ausgefüllt war; auf Schnittflächen von Äpfeln dagegen gediehen viele Arten sehr gut, auf Birnen, die nicht säuerlich, die meisten (nähere Angaben hierüber s. „Standorte und geographische Verbreitung der Schimmelpilze“, Ann. Mycol. 1930, Heft 1); das Epikarp aber vermochten sie auch von innen nicht zu durchbohren oder zu zerstören; auch *Mucor* und *Rhizopus*siedeln sich nur an Rissen an.

Übrigens gehen die Ansichten über parasitische Lebensweise von *P.* und *A.* auf Obst und anderen Pflanzenteilen, insbesondere

als Erreger der Obstfäule, auffallend auseinander. HOCHAPFEL und RICHTER an der Biologischen Reichsanstalt Dahlem fanden, daß *P.* an unverletztem Obst eine sehr rasch fortschreitende glasige Fäule hervorrief (nach mündlicher Mitteilung). ULLSCHECK, *Penicillium*-Arten und -Rassen im Käsekeller, Bot. Archiv 23, 1928, gibt dagegen an, daß 14 *P.*-Stämme auf frischen Äpfeln nicht oder kaum gediehen; allerdings sollen sie auch auf Bananen-Fruchtfleisch meist nur schwach oder langsam wachsen, was nach meinen Beobachtungen offenbar nicht zutrifft, sehr zu meinem Bedauern, da sie mir meine Versuche störten. DORN, Beiträge zur Kenntnis von der Durchbohrung pflanzlicher Membranen durch Pilzhyphen, Diss. Meißen 1914, stellte unter PFEFFERs Leitung fest, daß *P. glaucum*, *A. niger*, *Botrytis* nie imstande waren, die intakte Apfelschale zu durchbohren, was ja wohl täglich der Augenschein lehrt. HOCHAPFEL isolierte seine Stämme von faulem Obst, ULLSCHECK von Käse. Es ist möglich, daß hier eine erbliche Anpassung an eine bestimmte Lebensweise, eine sog. physiologische Variabilität, vorliegt; ebenso wie ich fand, daß auf Obst eingebürgerte Penicillien sich mehr und mehr an Koremienbildung gewöhnen (s. Ber. D. Bot. Ges. 43, 1925). In Granatäpfel und wohl auch in Feigen, in denen er öfters gefunden, dringt *A. niger* zur Blütezeit ein oder doch bevor der Blütenbecher sich schließt; nach Mc. MURRAN, Phytopathology 2 p. 125, 1912, wird er durch Insekten bei der Bestäubung eingeschleppt; denn von den Granatäpfeln einer Pflanzung waren 90% verdorben, das ganze Innere in eine schwarze Masse verwandelt (die schwarze schmierige Masse, die man oft in Feigen findet, rührt natürlich nicht von *A. niger* her). Man muß sich aber doch fragen, warum bei der Ubiquität von *A. niger* nicht öfter solche Epidemien vorkommen. Auch in Feigen kommt *A. niger* wohl nur in gequetschten oder angefressenen oder sonstwie geschädigten Früchten zu merklicher Entwicklung. Ich kaufte s. Z. zahlreiche Proben zusammen und fand ihn nur 2mal in Sackfeigen; in Kranzfeigen, die der Luft ausgesetzt und darum sehr trocken sind, konnte ich ihn nie finden; in der Biologischen Reichsanstalt wurde er auch einmal in Kistchenfeigen gefunden, für die man doch ausgesuchte Ware verwendet. Auch in *Capsicum*-früchten fand THOM *A. niger*, ohne eine äußere Verletzung zu erkennen. In Zwiebeln dagegen fand er *A. niger* und *alliaceus* und meint, daß die Konidien durch Verletzungen eingedrungen seien, beim Ausgraben entstanden, also zunächst in absterbendes Gewebe, dann aber weiterdringen, so daß eine Grenze zwischen Saprophytismus und Parasitismus nicht zu ziehen sei. Ich möchte

auch hier auf eine Beobachtung hinweisen, die MASSEE in Kew Gardens veröffentlichte: How saprophytic fungi may become parasites, Kew Bulletin 5 p. 190. 1914: *Cladosporium*-Sporen siedelten sich in den zuckerhaltigen Sekrettropfen von *Clerodendron fallax* an und blieben zunächst auf dieses Substrat beschränkt; später aber drangen die Hyphen von hier aus in das lebende Gewebe durch die Spaltöffnungen ein; 3 Wochen nach Auftreten dieser Erkrankung war der Pilz an die parasitische Lebensweise so angepaßt, daß die Sporen fähig waren, jede Stelle des gesunden Blattes zu infizieren. (Über analoge Beobachtungen an *Cladosporium* auf Blattläusen s. „Schimmelpilze als Tierparasiten".)

Nach ISSATSCHENKO, Ber. C. Phytopath. am K. Bot. Garten Petersburg 08, ref. Cbl. Bact. u. Par. 24 p. 279, dringen Schimmelpilze durch die Spaltöffnungen ein und durchbohren von dort aus die Zellwände, keimen aber nur aus, wenn die Blätter vom Regen benetzt sind; indes sollen die Hyphen von *A. niger* sogar die Kutikula durchbohren. Aspergillen findet man sonst aber nur auf abgefallenen Blättern. JOCHEMS, Teysmannia 12. 1926, fand auf Java *A. niger* parasitisch auf *Arachis* und erwies durch Impfversuche den Parasitismus. SCALES, some fungi tested for cellulose destroying power, Bot. Gazette 60, 1915, fand, daß Zellulose, mit $Am_2SO_4$ getränkt, zu zerstören vermögen: *A. flavus, fumigatus, niger, nidulans, galeritus, Oryzae, Wentii.* dagegen nicht *candidus*; er schließt daraus, daß sie im Boden von Zellulose leben können. SCHELLENBERG, Unters. über das Verhalten einiger Pilze gegen Hemizellulosen, Flora 98 p. 274, 1908, stellte dagegen wohl einwandfrei fest, daß selbst *Botrytis* und viele andere Schimmelpilze nicht imstande sind, echte Zellulose fermentativ anzugreifen, sondern nur auf Hemizellulosen lösend einzuwirken vermögen; *Botrytis, Pen., Asp.* vermögen die Epidermis nur in jugendlichem Zustand, wo sie aus Hemizellulosen besteht, vor der Kutikularisierung, zu durchbohren. Offenbar besteht ein Unterschied zwischen Versuchen an Pflanzen und solchen mit toter Zellulose im Reagenzglas. HOPFFE, CLARA, Cbl. Bact. u. Par. I, 83, 1919, gibt an, daß *A. fumigatus* auch im Verdauungstraktus der Wiederkäuer eine Rolle spiele, jedenfalls keine wesentliche, sonst müßte er sich massenhaft im Kot finden; Mucorineen keimen bekanntlich im Darm nicht aus. *A. fumigatus*, der nach MIEHE im Heu einen typischen Standort hat und bei Selbsterhitzung weit um sich greift, also Zellulose leicht zerstört, aber wohl nicht lebendes Gewebe, wurde von SCHELLENBERG und DORN nicht zu den Versuchen herangezogen. Offenbar ist die Befähigung zur Zellulose-Zerstörung nicht identisch mit der Befähigung zum Durch-

bohren der Epidermis oder der Zellwände, wo auch der mechanische Widerstand zu berücksichtigen sein dürfte. Wenn Aspergillen wiederholt auf Holz gefunden wurden, also mechanisch zertrümmertem, so ist doch wohl wahrscheinlich, daß sie vom Inhalt der Markstrahlen usw. leben, nicht von der Zellulose; sie sind ja sehr genügsam. Wenn Aspergillen, wie *A. niger*, von Holz leben und die Kutikula durchbohren können, warum sollten sie nicht die dünne *Mucor*-Wand durchbohren können? Die erforderlichen Enzyme dürften ihnen doch nicht fehlen, wenn auch Pilzzellulose eine andere chemische Konstitution hat; *A. niger* gerade tut das nicht, wie er auch Insekten nicht befallen kann, was ich l. c. auf seinen oxyphilen Charakter zurückgeführt habe. Wie diese Widersprüche zu lösen sind, müßte unbedingt einmal diskutiert werden. Auch durch chemotropische Reize nach den Untersuchungen MIYOSHIs, der seine Versuche ebenfalls unter PFEFFERs Leitung ausführte, sowie DORNs sind diese Widersprüche nicht zu lösen; chemotropische Reize dürften dem Obst am wenigsten fehlen, durch das dicke Epikarp aber schwerlich hindurchwirken.

---

## 40. Werner Christiansen: Das Menotoxinproblem und die mitogenetischen Strahlen.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 13. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Das Menotoxinproblem ist meines Wissens von botanischer Seite bisher noch nicht näher wissenschaftlich untersucht worden. Es handelt sich dabei um den uralten, bei allen Völkern wiederkehrenden und noch heute weitverbreiteten Glauben, daß Blumen, die kurze Zeit von menstruierenden Frauen in der Hand gehalten werden, bald darauf verwelken, daß ferner während der Menses eingemachtes Obst, Gemüse und Fleisch sich nicht halten. Über weitere derartige Angaben verweise ich auf die neueren Zusammenstellungen bei PLOSS-BARTELS (1927) und BÖHMER (1927).

Die Angaben von der toxischen Wirkung Menstruierender auf Blumen und die Hefegärung wurde zuerst von dem Wiener Pädiater B. SCHICK (1920) wissenschaftlich nachgeprüft. Bei den von ihm angestellten Versuchen mit Anemonen und Chrysanthemen, die von einer Versuchsperson verschieden lange Zeit in der Hand gehalten wurden, zeigte sich bei Chrysanthemen keine Wirkung, während die Anemonen bald verwelkten. Bei der Hefegärung fand SCHICK unter dem Einfluß Menstruierender teils Hemmung, teils Förderung. Diese Beobachtungen ließen keinen Zweifel über die toxische Wirkung der Hautausscheidungen Menstruierender auf Blumen und Hefen, wenn auch damals MOLISCH (1920) in einer Diskussion auf die Schwierigkeit einer Erklärung dieser Erscheinungen hinwies. Das von Frauen während der Menses ausgeschiedene Gift bezeichnet SCHICK als „Menotoxin".

In der Folgezeit konnten die SCHICKschen Versuche z. T. nicht bestätigt werden (SÄNGER 1921), oder die Nachprüfung ergab keine eindeutigen Ergebnisse (FRANK 1921, POLANO und DIETL 1924). Dagegen wurden die Beobachtungen über das Welken von Blumen und die Beeinflussung der Gärung durch Menstruierende vollauf bestätigt von MACHT und LUBIN (1923) und BÖHMER (1927). Eine Reihe von Autoren [SIEBURG und PATZSCHKE (1923), KLAUS (1925)] untersuchte im Zusammenhang mit dem Menotoxinproblem den während der Menses erhöhten Cholingehalt des Schweißes, ohne jedoch das besonders in der Haut,

den Ovarien und den Nebennieren gespeicherte (ELLINGER 1914) parasympathisch wirksame Cholin als Urheber der Giftwirkung feststellen zu können.

Die Anregung zu eigenen Versuchen über diesen Gegenstand gaben Beobachtungen über Aromaverlust und vermindertes Säurungsvermögen von Milchsäurebakterienkulturen, die von Laborantinnen übergeimpft und in Molkereibetrieben zur Ansäuerung des Rahmes verwandt werden.

Während die bisher genannten Autoren stets den Einfluß durch direktes Berühren bzw. Mischen induzierten, wählte ich eine grundsätzlich andere Methode. Eine in die Höhlung eines hohlgeschliffenen Objektträgers gebrachte Öse Menstrualblut wirkt

Abb. 1a. Normal gewachsene Bierhefe in Federstrichkultur. 500 ×.

„auf Entfernung" auf eine Federstrich-Tröpfchenkultur nach dem Beispiel von HENNEBERG (1926, 1928, Einfluß von Dämpfen von Chloroform, Osmium, Jod usw. auf Hefezellen).

Als regelmäßiges Testobjekt diente eine untergärige Bierheferasse, daneben wurden gelegentlich auch andere Organismen geprüft.

Bisher gelangten 101 Menstrualblutproben von 52 Frauen zur Untersuchung. Die Proben verdanke ich der liebenswürdigen Vermittlung der Herren Prof. Dr. R. SCHRÖDER (Univers.-Frauenklinik Kiel), Oberarzt Dr. ANDERSEN (Städt. Krankenhaus Kiel) und Dr. ABRAHAM (Mütter- und Säuglingsheim Kiel). 82 waren mit Vaginalsekret mehr oder weniger stark untermischt, also reichlich infiziert, bei 17 Proben handelte es sich um steril entnommene Cervixabstriche. Von 14 Personen konnte Blut vom 1. und 2. Tag entnommen werden, von 2 Personen das Blut von zwei aufeinanderfolgenden Regelterminen. In einem Fall würde das Blut 15 Monate

lang regelmäßig geprüft. Wie sich herausstellte, war ein Unterschied im Einfluß auf die Bierhefe durch infiziertes und steriles Blut nicht zu beobachten. Entsprechende Versuche mit Ammoniak und Schwefelwasserstoff in verschiedenen Konzentrationen verliefen wirkungslos.

Der Einfluß des Menstrualbluts auf die Bierhefe im Würzefederstrich äußerte sich in viererlei verschiedener Weise:

Fall I. Die Zellen sind morphologisch normal. Die Sprossungsintensität ist mehr oder weniger stark verringert oder gefördert.

Fall II. Die in den Federstrich eingesäten Bierhefezellen werden innerhalb von 2 bis 4 Stunden abgetötet. Wie Abb. 1b zeigt, sind einzelne Zellen mitten im Sprossungsstadium abgestorben, ohne daß vorher eine Abschnürung der z. T. schon ziemlich großen

Abb. 1b. Durch Menotoxin am 6. 7. 28 abgetötete Bierhefe. 500 ×.

Tochterzellen erfolgte. Die Vakuolen sind verschwunden, das Protoplasma ist geronnen.

Fall III. In einer Reihe von Blutproben konnte neben einer anfänglichen mehr oder weniger stark ausgeprägten Wachstumshemmung eine bemerkenswerte morphologische Zellform beobachtet werden, die kurz als „Protoplasma-Kontraktion“ bezeichnet werden kann (Abb. 2). Es ist dieselbe Erscheinung, die HENNEBERG oft vor dem Absterben und nach starker Erschütterung der Hefezellen beobachtete (HENNEBERG, 1926, Bd. I, Abb. 54, 84 und 94). Bei der Kontraktion tritt das Protoplasma der Zelle als ein manchmal sehr dünner Wandbelag auf, während der übrige Raum von einer großen Vakuole eingenommen wird. Da das Protoplasma im mikroskopischen Bild auffallend stark das Licht bricht, ist zu schließen, daß das unter normalen Verhältnissen im Protoplasma gebundene Wasser in die Vakuole ausgepreßt wird. Die Vakuole erscheint infolgedessen stark vergrößert. Der Gesamtwassergehalt

dürfte unter dem Einfluß des Menotoxins kaum erhöht sein, sondern nur die Verteilung des Wassers ist eine andere. Daß in der Tat ein Kontraktionszustand des Protoplasmas vorliegt, erhellt ferner daraus, daß der Zellkern völlig an die Zellwand gedrückt wird, während man sonst häufig eine in die Vakuole vorspringende Ausbuchtung des Protoplasmabelages an der Stelle beobachtet, wo der Zellkern im Protoplasma liegt. Die Zellen sind trotz des andauernden Reizzustandes über 14 Tage lebensfähig.

Fall IV. Unter sonst meist normal wachsenden und sprossenden Hefezellen findet man nicht selten Anfänge der Hyphenbildung (Abb. 3). Kleinere Auswüchse haben wurstähnliches Aussehen, längere (bis über 100 $\mu$) gleichen einem Hyphenfaden. Am Ende

Abb. 2. Protoplasma-Kontraktion 9. 11 28. 500 ×.

dieses Fadens findet sich häufig nach Bildung einer echten Querwand eine hefeartige Terminalzelle. Nie konnte jedoch eine weitere Sprossung dieser Terminalzelle beobachtet werden. Dagegen sah ich gelegentlich an längeren hyphenartigen Auswüchsen 1—2 kleine Verzweigungen.

Hyphenartiges Auswachsen der Hefezellen konnte auch HENNEBERG (1926, Bd. I, Abb. 96) nach der Einwirkung von Röntgenstrahlen feststellen, Riesenzellen bei einer *Torula*art entstanden nach seiner Beobachtung in großer Menge nach der Bestrahlung mit einer Quarz-Quecksilberlampe (a. a. O. S. 352). Vielleicht deuten die hyphenartigen Auswüchse auf eine Verwandtschaft der Hefen mit *Endomyces* (vgl. J. FUCHS 1926).

Erwähnt sei noch, daß in manchen Präparaten sich einzelne bis zahlreiche Zellen finden, die unter dem Einfluß des Menstrual-

bluts geplatzt sind. Die Fettröpfchen sind ausgetreten und tanzen in lebhafter Molekularbewegung in der Nähe der geplatzten Zellen.

Wie erklärt sich nun die Verschiedenheit der morphologischen Bilder? Zunächst erscheint es mir als erwiesen, wie das Beispiel der abgetöteten Hefen lehrt, daß ein toxischer Einfluß des Menstrualbluts wenigstens bei einer gewissen Anzahl von Frauen besteht. Ferner dürfte es m. E. keinem Zweifel unterliegen, daß der Grad der Giftigkeit des Menstrualbluts in hohem Maße saisonbedingt ist. Der Beweis für diese Behauptung ergibt sich aus dem Vergleich der oben beschriebenen vier morphologischen Bilder mit den Daten der Blutentnahme. Ein das ganze Jahr umfassender Teil der Proben bewirkt normales Wachstum bei gleichzeitig auftretender

Abb. 3 Anfänge der Myzelbildung 24. 11. 28. 500 ×.

mehr oder weniger stark gehemmter oder (seltener) geförderter Sprossungsintensität der Bierhefe. Abtötung der Hefe wurde während des Zeitraums vom 26. Februar 1928 (Prüfung der ersten Menstrualblutprobe) bis zum 13. Oktober 1928 beobachtet. Die nach Mitte Oktober besonders zahlreich untersuchten Blutproben ergaben niemals Abtötung der Hefe. Der Kontraktionszustand der Hefe, der während der Sommermonate niemals festgestellt werden konnte, trat in der Zeit vom 9. November bis 15. Dezember 1928 sowie bisher in je einer Probe vom 13. April und 3. Mai 1929 auf. Die hyphenartigen Auswüchse wurden vom 20. November 1928 bis 17. April 1929 gefunden, anfangs und am Schluß dieser Zeit in den einzelnen Präparaten selten, meist nur kurz und in der Regel ohne Terminalzelle, dagegen fanden sie sich viel häufiger und in langen, z. T. verzweigten Formen mit Terminalzellen im Januar und Februar 1929.

Die Blutproben der 15 Monate lang regelmäßig untersuchten Proben zeigten folgendes Ergebnis: Abtötung der Bierhefe vom 26. Februar bis 27. September 1928. Gehemmtes Wachstum, Hyphenbildung mit gleichzeitigem Auftreten großer Vakuolen (schwacher Kontraktionszustand?) vom 20. November 1928 bis 15. März 1929. Fehlende Hyphenbildung, ausgesprochene Kontraktion des Protoplasmas am 13. April und 3. Mai 1929.

Hiernach scheint, wenn wir von den normalen Formen absehen, ein Jahreszyklus vorzuliegen: In den Sommermonaten Abtötung der Hefe, im Winter hyphenartige Auswüchse und in den Übergangsjahreszeiten Kontraktionszustände des Protoplasmas.

Dieser Befund gibt gleichzeitig eine Erklärung für die widersprechenden Angaben in der Literatur über die Giftigkeit Menstruierender Blumen, Hefen und anderen Organismen gegenüber. SCHICK (1920) machte seine grundlegenden Untersuchungen am 14. August und 11. September 1920. SÄNGER (1921), der die Beobachtungen SCHICKs nachprüfte und sie nicht bestätigen konnte, arbeitete wahrscheinlich im Winter 1920—21. BÖHMER (1927) stellte seine Untersuchungen nach mündlicher Angabe vom Mai bis September 1927 an. MEYRAN und NOTHHAAS (1929) prüften die durch Venenblut verschiedener Patienten hervorgerufene Wachstumshemmung bei Keimlingen von *Lupinus albus.* Bei 23 menstruierenden Frauen, deren Blut während der Zeit vom 1. September bis 3. November 1928 untersucht wurde, zeigten nur 4 eine Wachstumshemmung unter 55 %[1]).

Die mit einzelnen, auf Bierhefe tödlich wirkenden Blutproben angestellten Versuche mit anderen Organismen seien nur kurz in ihren Ergebnissen angeführt. Preßhefe wurde ebenfalls abgetötet, *Bacterium coli* zeigte negative Chemotaxis, die unbeweglichen Zellen, die im Federstrich unmittelbar über den Blutstropfen sich befanden, waren 3—5mal länger als die an den Enden der Federstriche, *Bact. vulgare* verlor sein Hautbildungsvermögen, eine Kahmheferasse wurde stark wachstumsgehemmt, *Thermobacterium bulgaricum* wuchs zu langen Zellfäden ohne Querteilung aus, *Oidium* bildete keine Oidien. Ein Einfluß auf *Strept. lactis* und *cremoris* konnte bisher im Federstrich nicht erkannt werden.

---

1) Das Blut dieser 4 Patientinnen wurde am 1. Sept. 1928 geprüft. Es handelt sich dabei um folgende Erkrankungen: Polyarthritis, Monarthritis gonorrhoica, Cystopyelitis und Scharlach. Mit Höhensonne und Diathermie wurde nicht behandelt (Brfl. Mitt. von Herrn Dr. MEYRAN).

Wenn der Jahreszyklus in der graduellen Giftigkeit des Menstrualbluts zutrifft, so kann die Ursache hierfür nur in den klimatischen Einflüssen auf den Menschen gesucht werden. Aus dem Faktorenkomplex, der das Klima einer Gegend bedingt, hebe ich nur die Ultraviolettstrahlung der Sonne hervor, von der bekannt ist, daß sie aktivierend auf gewisse Stoffe in der Haut des Menschen und der Tiere wirkt. Um nun den Einfluß des Klimas auf den Menschen und damit dessen Wirkung auf die Bierhefegärung zu prüfen, stellte ich Versuche mit Speichel an. Gläschen mit je 3—5 ccm Speichel von 4 weiblichen und 1 männlichen Person wurden seit dem 7. 1. 1929 täglich morgens mit einem Gummischlauch an ein Gärröhrchen mit Bierhefe gehängt. Die 24 Stunden alte Bierhefekultur in Würze wurde vorher 5 Minuten lang auf einer Schüttelmaschine geschüttelt und dann in Portionen von je 10 ccm auf die einzelnen Gärröhrchen verteilt. Damit die im Speichel vermuteten flüchtigen, toxischen Stoffe die Gärung wirksamer beeinflussen können, ließ ich durch den Speichel mittels eines Tropftrichters und einer luftgefüllten Flasche einen langsamen Luftstrom durchperlen. Die Luft entwich wieder durch ein gebogenes Glasrohr im Stopfen des Gärröhrchens nach außen. Als Kontrolle diente an Stelle des Speichels Leitungswasser. Temperatur 30°.

Der Versuch wurde täglich abgebrochen, wenn in der Kontrolle annähernd 4 ccm $CO_2$ in den Gärröhrchen gebildet waren. Die Gärwerte der 5 Speichelproben wurden einmal mit dem Gärwert der Leitungswasserkontrolle, zum anderen wurden die Gärwerte der 4 weiblichen Speichelproben mit dem des männlichen Speichels verglichen. Die kurvenmäßige Darstellung der gewonnenen Werte zeigte, daß sämtliche 5 Speichelproben teils fördernd, teils hemmend auf die Gärung einwirken. Am Menstruationstermin lag stets eine Gärhemmung vor, die z. T. 30—40 % gegenüber den Kontrollen betrug. Andererseits lief in den Speichel-Gärversuchen anhaltendes sonniges Wetter mit gesteigerten Gärwerten parallel. So z. B. stiegen in den 1. Frühlingstagen vom 26. Februar ab sämtliche Kurven an (30—100 %) und fielen während des „Aprilwetters" wieder ab (vgl. Tabelle). Natürlich zeigen sich, wie stets bei biologischen Prozessen, gelegentlich Schwankungen im Verlauf der Kurven, für die eine Erklärung nicht immer gegeben werden kann. Jedenfalls scheint eine Beziehung klimatischer Faktoren zu der toxischen Wirkung des Speichels, in dem auch das Menotoxin ausgeschieden wird (BÖHMER), zu bestehen.

a) Mittelwerte aus Speichelgärversuchen bezogen auf Wasserkontrolle in %. (Positiv = Förderung, negativ = Hemmung. Werte in Klammern = Extreme.)

| Person. | 7. I.—25. II. | 26 II.—6 IV. | 8. IV.—30. IV. |
|---|---|---|---|
| ♂ | + 11,6 (— 25 — + 43) | — 3,5 (— 30 — + 55) | + 4,3 (— 16 — + 30) |
| ♀ I. | + 6,8 (— 31 — + 50) | + 2,7 (— 14 — + 55) | + 3,2 (— 44 — + 29) |
| ♀ II. | + 5,3 (— 20 — + 25) | + 15,1 (— 2 — + 82) | + 6,8 (— 10 — + 39) |
| ♀ III. | + 12,2 (— 16 — + 47) | + 17,4 (— 23 — + 100) | + 1,8 (— 28 — + 45) |
| ♀ IV. | + 9,1 (— 27 — + 50) | + 10,0 (— 12 — + 100) | + 1,0 (— 43 — + 25) |

b) Mittelwerte aus Speichelgärversuchen bezogen auf männliche Kontrolle in %.

| Person. | 7. I—25. II. | 26 II—6. IV. | 8. IV.—30. IV. |
|---|---|---|---|
| ♀ I. | — 3,1 (— 35 — + 13) | + 8,5 (— 17 — + 42) | — 1,4 (— 33 — + 23) |
| ♀ II | — 2,0 (— 27 — + 47) | + 23,7 (— 11 — + 68) | — 2,0 (— 16 — + 21) |
| ♀ III. | — 0,1 (— 29 — + 25) | + 18,6 (— 16 — + 75) | — 2,3 (— 22 — + 42) |
| ♀ IV. | — 2,5 (— 25 — + 36) | + 19,9 (— 12 — + 67) | — 6,2 (— 35 — + 12) |

Eine Steigerung der toxischen Wirkung Menstruierender scheint ferner möglich zu sein durch Diathermiebehandlung. Am 29. Oktober 1928, also zu einer Zeit, wo alle übrigen Blutproben bedeutend verringerte Aktivität zeigten, wurde eine Blutprobe einer Patientin P. untersucht, die im Oktober wegen einer Infektionserkrankung mehrmals mit Diathermie behandelt worden war. Das Blut war so wirksam wie keine der „Sommerproben“. Bierhefe, Milchzuckerhefe, *coli*, *fluorescens* Stamm 419 und 469 wurden abgetötet. *Bact. vulgare* war etwas wachstumsgehemmt, *Bact. mycoides* kaum gewachsen, stark gekörnt. *Strept. cremoris* dagegen gut gewachsen. *Penicillium brevicaule* nach Bildung eines Keimschlauches abgetötet.

Eine von derselben Patientin am 8. Januar 1929 angesetzte Obstweingärung aus Feigen, Äpfeln und Weintrauben ohne Zusatz einer Weinhefekultur zeigte keine stürmische alkoholische Gärung, während die von einer Nichtmenstruierenden angesetzte Kontrolle nach 3 Tagen unter heftiger Schaumbildung gärte (Abb. 4). Eine nach vier Wochen entnommene Geschmacksprobe wies in der Kontrolle einen schon ziemlich starken Alkoholgehalt auf, während der Versuchswein wie Fruchtsaft schmeckte.

Fragt man nach dem wirksamen Prinzip im Menstrualblut, so bestehen drei Möglichkeiten: chemischer Einfluß durch flüchtige Stoffe, physikalischer Einfluß durch Strahlung und schließlich die

Kombination dieser beiden Faktoren. Wie aus der Anordnung meiner Speichelversuche hervorgeht, scheint ein chemischer Einfluß allein zu genügen, um eine Hemmung oder Förderung einer Gärung hervorzurufen. Von den in Frage kommenden Körpern ist auf Grund oben genannter Arbeiten vor allem an das Cholin zu denken. Bisherige Versuche, auch von mir mit Cholinchlorid angestellte,

Abb. 4. Links: Von einer Menstruierenden angesetzte Obstweingärung; rechts: Kontrolle (stürmische Gärung).

verliefen jedoch alle ergebnislos. Weitere Versuche insbesondere mit der freien Base sind geplant.

Bezüglich des physikalischen Einflusses vermutete ich ähnliche Verhältnisse, wie sie GURWITSCH und seine Schule sowie REITER und GÁBOR (1927) bei ihren Untersuchungen über die mitogenetischen Strahlen festgestellt haben. Wenn ich auch noch den exakten Beweis der mitogenetischen Strahlung des Menstrualbluts aus

Mangel an wirksamen „Sommerproben" 1929 schuldig bleibe, so ist zunächst auf Grund der von mir bisher angewandten, oben beschriebenen Methodik der „Fernwirkung" ein Strahleneinfluß durchaus gegeben, zum anderen sprechen die Versuchsergebnisse mit den von Zwiebeln ausgehenden mitogenetischen Strahlen völlig in diesem Sinne. Verstärkt wird schließlich meine Vermutung durch die Tatsache, daß SIEBERT (1928) mit dem Brei vom Arbeitsmuskel Fernwirkungen auf Hefen, und zwar Wachstumsförderung auslösen konnte.

BARON, ein Schüler GURWITSCHs, war der erste, der mit Erfolg mitogenetische Strahlen auf Hefekulturen einwirken ließ. Die Nachprüfungen dieser Versuche von REITER und GÁBOR (1927) verliefen nicht befriedigend. Die von SIEBERT (1928) angewandte Methodik ist bakteriologisch z. T. nicht einwandfrei, obwohl seine Ergebnisse an sich überzeugend wirken. Von 3 Stunden lang mit Arbeitsmuskelbrei bestrahlten, 15 Stunden alten Hefeplattenkulturen wurden mit einer Öse Hefezellen entnommen und nach einem brutalen Fixierungs- und Färbungsprozeß die Sprossungsformen ausgezählt, wobei dem Ernährungszustand und damit der Schrumpfungsfähigkeit der dem Agar unmittelbar aufliegenden und der die Agarschicht nicht berührenden Zellen keine Rechnung getragen wurde.

Die von mir mit Zwiebelsohlen bzw. -brei ausgeführten Strahlungsversuche an untergäriger Bierhefe hatten folgendes Ergebnis: Eine winzige Öse Zwiebelbrei in die Objektträgerhöhlung gebracht wirkt auf die Federstrichkultur tödlich. Ebenfalls wächst eine Agarkultur nicht an, wenn man ein wenig Brei an den Deckel der PETRIschale klebt. Läßt man Zwiebelbrei aus der Öffnung eines 1½ cm langen zugespitzten Glasröhrchens, das man mit Plastilin am PETRIschalendeckel befestigt, ausstrahlen, so entsteht auf der gleichmäßig besäten Agarplatte ein steriler Hof. Ein zur Hälfte mit einem Stück Objektträgerglas zugedeckter Brei ruft einen sterilen Hof hervor, dessen Größe der unbedeckten Breimenge entspricht. Die vom Brei ausgehenden Strahlen werden also vom Glas absorbiert. Einen sterilen Hof erhält man schließlich, wenn man bei geeigneter Versuchsanordnung die durch eine Glasröhrenmündung austretenden Strahlen auf einer blanken Metall- oder Glasplatte reflektieren läßt.

Verwendet man statt Zwiebelbrei die unzerriebene Zwiebelsohle und heftet sie mit Plastilin an den PETRIschalendeckel, so entsteht ebenfalls ein großer steriler Hof (Abb. 5). Die an der Peripherie der Schalenkultur sich entwickelnden Hefekolonien stellen

ausschließlich Tiefenkolonien dar. Eine Hypertrophie der am Rande der Wachstumszone auftretenden Kolonien, wie wir sie von oligodynamischen Einflüssen her kennen, tritt nicht ein. In dem abgebildeten Fall wuchsen die Stümpfe der beiden Ersatzzwiebeln über Nacht aus und bohrten sich in den Agar hinein. In der Umgebung der dadurch entstandenen Löcher entwickelten sich

Abb. 5. Bierhefe — Agarkultur unter dem Einfluß der GURWITSCH-Strahlen; oben: mit Plastilin am Schalendeckel befestigte Zwiebelsohle; unten rechts: steriler Hof, in der Peripherie Tiefenkolonien; in der Mitte: Oberflächenkolonien; unten links: Kontrolle.

Oberflächenkolonien! Ein Teil dieser Kolonien zeigte bei der mikroskopischen Betrachtung ein völlig abweichendes Bild (Abb. 6 und 7). Wie aus dem Vergleich der bei 500facher Vergrößerung aufgenommenen Bilder hervorgeht, sind die Zellen im Durchmesser um das 2—3fache vergrößert. Das Protoplasma ist z. T. abgestorben. Besonders wichtig ist die Ausbildung septierter und verzweigter Hyphen. Während die sterilen Höfe in Dutzenden von Versuchen stets erzielt wurden, beobachteten wir die vergrößerten, hyphentreibenden Zellkolonien in der ausgeprägten Form der Abbildung bisher nur einmal.

Zusammenfassung: Der toxische Einfluß von Menstrualblut (Menotoxin) auf Mikroorganismen wird bestätigt. Er äußert sich bei besonderer Methodik sogar „auf Entfernung". Im Jahreszyklus sind graduelle Unterschiede in der Giftigkeit des Menstrualbluts zu beobachten, die offensichtlich saisonbedingt sind und letzten

**Abb. 6. Eine Agaroberflächenkolonie aus der Mitte der Platte. Riesenzellen der Bierhefe mit Hyphenbildung. 500 ×.**

Endes von der Aktivierung bestimmter Stoffe in der Haut des Menschen durch die Ultraviolettstrahlung der Sonne abzuhängen scheinen.

In Speichelversuchen konnte ebenfalls durch Fernwirkung Förderung oder Hemmung der Bierhefegärung hervorgerufen werden und eine Abhängigkeit der Aktivität des Speichels von der Sonnenstrahlung wahrscheinlich gemacht werden.

Z. T. analoge Versuchsergebnisse wie beim Menstrualblut konnten bei der Bierhefe unter dem Einfluß mitogenetischer oder besser GURWITSCH-Strahlen der Zwiebel erzielt werden. Deshalb ist vermutlich die Toxizität Menstruierender auf Organismen durch

Abb. 7. Eine Agaroberflächenkolonie aus der Mitte der Platte. Riesenzellen der Bierhefe mit Hyphenbildung. 500 ×.

die kombinierte Einwirkung flüchtiger chemischer Stoffe (Cholin?) und GURWITSCH-Strahlung zu erklären.

Über die interessanten Beziehungen des hier behandelten Gegenstandes zu Fragen des Vitamin-D-Problems und damit der Rachitis, sowie zu Fragen verschiedener Hormone und der Bakterizidie des Blutes, der Spinalflüssigkeit und der Milch können

wir an dieser Stelle nicht eingehen. [Aus dem Bakteriologischen Institut der Prß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel (Direktor Prof. Dr. W. HENNEBERG) mit Unterstützung der Universitäts-Frauenklinik Kiel (Direktor Prof. Dr. ROB. SCHRÖDER)].

---

**Schriftenverzeichnis.**

1. BARON, 1927. Arch. f. Entw. mech., Bd. 108.
2. BÖHMER, K., 1927. Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin, Bd. 10.
3. ELLINGER, 1914. Münch. mediz. Wochenschr., 1914, S. 2336.
4. FRANK, M., 1921. Monatsschr. f. Kinderheilk., Bd. 21.
5. FUCHS, J., 1926. Centralbl. f. Bakteriologie, 11. Bd. S 66.
6. GURWITSCH, 1926. Das Problem der Zellteilung. Berlin, J. SPRINGER. — Vgl. das soeben erschienene Sammelreferat in „Protoplasma" Bd. VI Heft 3, 1929.
7. HENNEBERG, W., 1926. Handbuch der Gärungsbakteriologie, 2 Bände. Berlin, PAREY.
8. —, —, 1928. Molkerei-Zeitung, Hildesheim, Nr. 131.
9. KLAUS, K., 1925. Biochem. Zeitschr., Bd. 163.
10. MACHT und LUBIN, 1923. Journal of pharmac. a. exp. therapeut., Bd. 22.
11. MEYRAN und NOTHHAAS, 1929. Klin. Wochenschr. Nr. 15.
12. MOLISCH, 1920 Wiener Klin. Wochenschr., Bd. 33 S. 416.
13. PLOSS-BARTELS, 1927. Das Weib in der Natur- und Völkerkunde. Berlin, 11. Aufl.
14. POLANO und DIETL, 1924. Münch. med. Wochenschr. S. 1385.
15. REITER und GÁBOR, 1927. Zellteilung und Strahlung. Berlin, J. SPRINGER.
16. SÄNGER, H., 1921. Zentralbl. f. Gynäkol., Bd. 45.
17. SCHICK, B., 1920. Wiener klin. Wochenschr., Bd. 33.
18. SIEBERT, W., 1928. Zeitschr. f. Klin. Medizin, Bd. 109.
19. SIEBURG und PATZSCHKE, 1923. Zeitschr. f. d. ges. exper. Med., Bd. 36.

---

# 41. N. Hamorak: Das offene Potometer.

(Aus den Arbeiten der botanischen Sektion des Forschungskatheders in Kamenetz-Podolsk.)
(Mit 4 Abb. im Text.)
(Eingegangen am 14. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Während die Methodik der Transpirationsmessungen eine große Mannigfaltigkeit aufweist, bleibt bis jetzt die „Potometrie" beinahe auf derselben Stelle, wie sie zur Zeit von VESQUE und anderen älteren Autoren (PFEFFER) stehen geblieben ist. Es sind zwar mehrere Verbesserungen des alten Potometers eingeführt worden (F. DARWIN, MAC DOUGAL, RENNER, MONTFORT, BRIEGER u. a.) — aber prinzipiell trat nichts neues hinzu (1, 2).

Inzwischen läßt sich aber das gebräuchliche Potometer eigentlich nur für härtere Pflanzenteile ohne weiteres verwenden. Für abgeschnittene Zweige der Holzgewächse oder überhaupt für härtere Pflanzenteile und ganze Pflanzen, die härtere Stengelpartien besitzen, wird das alte Potometer auch weiterhin ausgezeichnete Dienste leisten. Ganz anders steht die Sache mit zarten Objekten — vielen einjährigen Pflanzen, jungen Pflanzen usw. Dabei ergeben sich derartige technische Schwierigkeiten, daß man sehr oft gezwungen ist, auf das Absorptionsexperiment zu verzichten.

Um diesem Übel zu begegnen, wurden Versuche nach einer neuen Methodik angestellt. Diese Versuche führten zu einem neuen Typus von Potometer, den ich als ein „offenes Potometer" bezeichne.

Um die Konstruktion des eigentlichen offenen Potometers verständlicher zu machen, wird die Beschreibung eines sogenannten einfachen offenen Potometers am Platze sein. Dieser Apparat ist recht einfach und kann als ein Seitenstück zum LLOYDschen Bürettenpotometer betrachtet werden (3). In eine kurze Bürette (Abb. 1) wird die bewurzelte Pflanze derart eingesetzt, daß ihr Stengel möglichst genau im Zentrum der Bürettenöffnung zu liegen kommt. Die zentrale Lage des Pflanzenstengels wird durch einen Halter oder vermittels des Wattepfropfens W fixiert. Durch den Trichter T wird das Wasser in die Bürette bis zur gewünschten Höhe eingefüllt und nachher der Bürettenhahn H zugedreht. Damit man aber einen gleichmäßigen Meniskus bekommt, (der für das gleichmäßige Abfließen des Wassers an der Bürettenwand sowie

für das genaue Ablesen notwendig ist), öffnet man nochmals den Bürettenhahn und läßt durch den Trichter etwas Wasser abfließen. Nach dem Zudrehen des Hahnes liest man die Höhe des Meniskus ab. Wenn der Pflanzenteil (Pflanzenstengel) längs der beobachteten Bewegungsstrecke des Meniskus vom gleichen Durchmesser ist, werden unsere Beobachtungen ein richtiges Bild von der stattgefundenen Absorption geben. Übrigens braucht die beobachtete Strecke nicht besonders lang zu sein (einige mm) — durch das

Abb. 1.

Nachfüllen des Wassers vermittels des Trichters T wird das Wasserniveau auf den früheren Stand gebracht. Als eine bequeme Modifikation dieses einfachen offenen Potometers kann eine bebesondere Form erwähnt werden, bei welcher der untere Teil der Bürette erweitert ist, was bei längeren Versuchen für die Entwicklung des Wurzelsystemes von Bedeutung sein wird.

Das beschriebene Potometer eignet sich nur für gröbere Beobachtungen, also entweder für stark absorbierende Pflanzen oder für Beobachtungen mit langen Zeitintervallen. Und gerade

die zarten, jungen Pflanzen, für welche das offene Potometer hauptsächlich bestimmt ist, absorbieren nicht viel. Es war nun daran zu denken, die Bewegung des Meniskus auf irgendwelche Weise vergrößert darzustellen. Die entsprechenden Versuche führten zur Konstruktion eines offenen Potometers, welches in Abb. 2 wiedergegeben ist.

Im graduierten Bürettenstück B ist die untersuchte Pflanze in oben beschriebener Weise adjustiert; auch hier kann zentrale Lage des Stengels mittels eines Wattepfropfens W erreicht werden.

Abb. 2

Um eine ganz genaue Zentrierung des Pflanzenstengels zu erreichen (für genaue Resultate sehr wichtig!), wird Fixierung der Pflanze in einem regülierbaren Halter am Platze sein. Der untere Teil des Bürettenstückes[1]) ist durch einen Gummistopfen (G) abgeschlossen, durch den ins Innere der Bürette ein Schenkel des T-Rohres führt. Ein anderer Schenkel des T-Rohres ist mit kurzer Bürette R verbunden, die ein Wasserreservoir zum Nachfüllen des Potometers darstellt. Der letzte Schenkel des T-Rohres ist mittels eines Gummischlauches mit dem Kapillarrohr P verbunden. Dieses Kapillarrohr ruht auf einem Brettchen, welches um die Achse A drehbar ist. Dank dieser Vorrichtung kann man das

1) Ein Bürettenstück wird wegen des in jeder Höhe gleichmäßigen Durchmessers gebraucht.

Brettchen (und das Kapillarrohr) in eine mehr oder weniger schiefe Lage versetzen. An der Skala S wird mittels eines Zeigers der Winkel abgelesen, der die Neigung des Kapillarrohres anzeigt. Da der Neigungswinkel von der Horizontalen gemessen werden muß, wird die horizontale Lage des Kapillarrohres ($0^0$-Punkt) mittels einer Wasserwage bestimmt.

Wenn die Pflanze das Wasser absorbiert, senkt sich der Meniskus im Bürettenstück B. Auf Grund des Prinzips der kommunizierenden Gefäße sollte sich auch das Wasserniveau im Kapillarrohr P senken, d. h. der Meniskus sollte sich in der Richtung gegen das Bürettenstück B bewegen. Wie eine einfache Überlegung zeigt, sollte diese Bewegung des Meniskus gleichmäßig mit der Senkung des Meniskus im Bürettenstück B erfolgen. Denn

Abb. 3.

wenn die Gerade cB (Abb. 3) den Weg des Meniskus im Bürettenstück darstellt und AB den Weg des Meniskus im Kapillarrohr, so haben wir im rechtwinkligen Dreieck ABC folgendes Verhältnis: $a_1 : c_1 = a_2 : c_2 = a_3 : c_3$, mit anderen Worten, der Meniskus im Kapillarrohr sollte sich ganz gleichmäßig mit dem Meniskus im Bürettenstück bewegen. Es ist ferner ersichtlich, daß das Verhältnis AB : BC vom Winkel $\alpha$ ($= \alpha'$) abhängt, denn $\sin \alpha = \frac{a}{c}$, d. h. $\sin \alpha' = \frac{a}{c}$. Je geringer dieser Winkel ceteris paribus, desto schneller erfolgt die Bewegung des Meniskus im Kapillarrohr, desto mehr wird der Absorptionsgang vergrößert.

Es war vorauszusehen, daß auf die gleichmäßige Fortbewegung des Meniskus gewisse Erscheinungen (Adhäsion, Reibung) störend einwirken können. Ist nun diese Wirkung so groß, daß man beim Experiment zu falschen Resultaten gelangt, oder aber kann man bei gewisser Versuchsanordnung doch ganz brauchbare Zahlen

bekommen? Auf Grund zahlreicher Versuche wurde erwiesen, daß bei gewisser Versuchsanordnung die erwähnten Fehler gering sind, und daß das offene Potometer bei den Absorptionsversuchen gute Dienste leisten kann.

Die ersten Versuche zeigten ein recht widerspruchsvolles Bild. Besonders die ersten Ablesungen nach dem Einstellen zeigten große Unterschiede, die manchmal sogar bis 20 % der wirklichen Werte erreichten. Als Ursache dieser Fehler entpuppte sich das unrichtige Einstellen. Von großer Wichtigkeit ist es nämlich, daß die Menisci in dem Bürettenstück sowie im Kapillarrohr gleichmäßig ausgebildet sind. Dann erfolgt auch die Bewegung des Meniskus gleichmäßig. Um solche „gute Menisci" zu bekommen, läßt man aus dem Behälter des Potometers etwas Wasser abfließen. Das Abfließen des Wassers wird auf folgende Weise besorgt: Man senkt die Bürette R so tief, bis das Wasserniveau in ihr unter dem Wasserniveau im Bürettenstück B zu liegen kommt. Jetzt öffnet man langsam den Bürettenhahn und läßt sehr langsam das Wasser abfließen. Von großer Wichtigkeit ist auch der Modus des Zudrehens des Bürettenhahnes. Das Zudrehen muß vorsichtig und ganz langsam vor sich gehen — es darf dabei in keinem Fall der Meniskus im Kapillarrohr zurückgehen. In einem Teil meiner Versuche verwendete ich den Quetschhahn. Wenn sich auch mit Quetschhahn das langsame Abfließen des Wassers mit Mühe erzielen läßt, so ist beim Abschließen das Zurückgehen des Meniskus im Kapillarrohr nicht zu vermeiden. Demzufolge konnte man bei diesen Versuchen erst nach Verlauf einer gewissen Zeit mit den Beobachtungen beginnen. Die Verwendung des Bürettenhahnes ermöglichte es also, sofort nach dem Einstellen an die Ablesungen heranzutreten.

Um mich von der Brauchbarkeit des offenen Potometers zu überzeugen, bediente ich mich folgender Versuchsanordnung, die einen Vergleich des gewöhnlichen Potometers mit dem offenen ermöglichte. In das Bürettenstück B wurde das Kapillarrohr des gewöhnlichen Potometers eingestellt. Als Indikator im gewöhnlichen Potometer diente eine Luftblase. Die Versuchspflanze wurde im gewöhnlichen Potometer adjustiert. Es ist klar, daß in dem Maße, wie aus dem gewöhnlichen Potometer das Wasser aufgenommen wird, sich auch das Wasserniveau im Bürettenstück B senkt. Gleichzeitig erfolgt auch die Bewegung des Meniskus im Kapillarrohr des offenen Potometers.

Um die Leistung des offenen Potometers genau studieren zu können, werden von mir folgende Termini gebraucht: Als Effekt (E)

bezeichne ich das Verhältnis des Wasserquantums, welches aus dem Kapillarrohr des offenen Potometers aufgenommen wird, zu dem Wasserquantum, welches von der Pflanze im ganzen absorbiert wird. Da diese zweite Wassermenge die Wasseraufnahme aus dem gewöhnlichen Potometer darstellt, so haben wir somit im „Effekt" den Vergleich der Leistung des offenen Potometers mit der Leistung des gewöhnlichen Potometers. Der zweite von mir gebrauchte Begriff „Vergrößerung" zeigt uns andererseits das Verhältnis der Leistung des offenen Potometers zur Leistung des einfachen offenen Potometers.

Folgende Versuche werden uns das Funktionieren des offenen Potometers veranschaulichen.

Versuch 114. Versuchsobjekt: Ein Zweig von *Picea excelsa*. Es wird gleichzeitig die Absorption am gewöhnlichen und am offenen Potometer beobachtet. 1 mm des Kapillarrohres des gewöhnlichen Potometers enthält 0,00457 cm³. Das Kapillarrohr des offenen Potometers ist von demselben Durchmesser. Neigungswinkel: 1°.

| Zeit | T | Gewöhnlich. Potometer, Teilstriche in mm. | Offenes Potometer, Teilstriche in mm. | Effekt (E) |
|---|---|---|---|---|
| 12. III. 29; 11¹⁰ a.m. | 21° C | 104 | 162 | |
| | | 117 | 151 | 0,846 |
| | | 131 | 139 | 0,857 |
| | | 145 | 127 | 0,857 |
| | | 158 | 116 | 0,846 |
| | | 175 | 102 | 0,824 |
| | | 196 | 85 | 0,810 |

Durchschnittswert für Effekt im obigen Versuch 0,837. Maximale Abweichungen vom Mittelwert: + 2,4 %; − 3,2 %.

Ausrechnung der „Vergrößerung" für den obigen Versuch. Durchmesser des Bürettenstückes beträgt in unserem Falle 0,99 cm; äußerer Durchmesser des Kapillarrohres des in die Bürette eingestellten gewöhnlichen Potometers 0,4 cm. 1 mm des Bürettenstückes (wenn man davon das Volumen des eingestellten Kapillarrohres des gewöhnlichen Potometers in Abzug nimmt) enthält also 0,0643 cm³. Bei Bewegung des Meniskus im Kapillarrohr des offenen Potometers auf 1 mm wird von der Pflanze im obigen Versuch 0,00546 cm³ aufgenommen. Aus dem Verhältnis 0,0643 cm³ : 0,00546 cm³ ergibt sich die Vergrößerung — sie ist somit 11,8. Die von der Wassersäule durchlaufene Strecke ist in unserem offenen Potometer 11,8 mal

größer, wie sie bei derselben Versuchsanordnung (demselben Durchmesser des Bürettenstückes) im einfachen offenen Potometer sein würde.

Um von der Zuverlässigkeit des Apparates eine Vorstellung zu gewinnen, wurden nacheinander bei derselben Versuchsanordnung 10 Versuche gemacht und maximale Abweichungen vom Mittelwert des Effektes berechnet.

Versuchsanordnung wie im Versuch 114. Dieselbe Versuchspflanze. Versuchszeit 12. III. 29, $11^{10}$ a. m.—$3^{5}$ p. m.

| Versuch | Effekt im Mittel | Zahl der Ablesungen | Maximale Abweichung vom Mittel | Bewegung des Meniskus pro Minute in mm |
|---|---|---|---|---|
| 115 | 0,837 | 6 | 3,3 % | 7 |
| 116 | 0,833 | 5 | 2 % | 9 |
| 117 | 0,825 | 5 | 3,8 % | 12 |
| 118 | 0,837 | 6 | 3,4 % | 13 |
| 119 | 0,840 | 5 | 3,7 % | 12 |
| 120 | 0,833 | 5 | 3,5 % | — |
| 121 | 0,833 | 5 | 4,1 % | — |
| 122 | 0,832 | 4 | 1 % | — |
| 123 | 0,840 | 5 | 0,8 % | 10 |
| 124 | 0,841 | 5 | 2 % | 10 |

Mittel der Durchschnittswerte der Effekte in ganzer Versuchsreihe: 0,835. Maximale Abweichung der Durchschnittswerte der Effekte von diesem Mittel: 1,22 %.

Wir sehen, daß die maximale Abweichung vom Mittelwert nur in einem einzigen Falle 4 % ausmacht. Gewöhnlich erreichen diese Abweichungen geringere Werte und sind wohl beinahe gänzlich auf Ablesungsfehler zurückzuführen. Ablesungsfehler sind um so mehr verständlich, als die Verschiebungsgeschwindigkeit des Meniskus im Versuch verhältnismäßig groß war (im Maximum 13 mm pro Minute). Man muß ferner berücksichtigen, daß bei obiger Versuchsanordnung gleichzeitig (eigentlich rasch nacheinander) zwei Ablesungen gemacht werden müssen, was ebenfalls zur Vergrößerung der Abweichungen führt. Bei kleiner Verschiebungsgeschwindigkeit des Meniskus sind Abweichungen noch geringer und erreichen kaum 1—2 % des Mittelwertes.

Teilweise wird man wohl die angeführten Abweichungen im Gang beider Potometer auch durch ungleichmäßige Volumänderungen des Wassers in beiden Potometern infolge der Temperaturschwankungen erklären können.

Wie groß solche Abweichungen absolut sind, sieht man klar aus der unten angeführten Tabelle, in welcher in letzter Rubrik Absorptionsraten angegeben sind, wie sie nach dem errechneten Mittel sein sollten.

Versuch 74. Versuchsanordnung wie im Versuch 114. Versuchspflanze: *Evonymus japonica.*

| Zeit | Gewöhnl. Potometer (Teilstriche in mm) | Offenes Potometer (Teilstriche in mm) | Effekt. | Absorptionsrate pro Stunde in mm: Gewöhnl. Potometer | Offenes Potometer | Sollte sein im offenen Potometer nach dem Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8. XII 28; $3^{49}$ p. m. | 54 | 195 | — | — | — | — |
| 8 XII. 28; $7^{30}$ p. m. | 156 | 111,75 | 0,816 | 27,8 | 22,7 | 22,78 |
| 8. XII 28; 9 p m. | 182 | 90,75 | 0,808 | 17,3 | 14 | 14,2 |
| | | (Neues Einstellen.) | | | | |
| 8. XII. 28; $9^{30}$ p. m. | 4 | 218,75 | — | — | — | — |
| 9. XII. 28; 9 a. m. | 137,5 | 110,25 | 0,813 | 11,6 | 9,4 | 9,46 |
| | | (Neues Einstellen.) | | | | |
| 9 XII. 28; 12 a. m. | 58 | 181,25 | — | — | — | — |
| 9. XII. 28; 1 p. m. | 83 | 160,5 | 0,830 | 25 | 20,75 | 20,5 |
| 9 XII. 28; 2 p. m. | 109 | 138,5 | 0,846 | 26 | 22 | 21,3 |
| 9 XII. 28; $4^{15}$ p. m. | 165,5 | 92,25 | 0,818 | 25,1 | 20,6 | 20,62 |
| | | (Neues Einstellen.) | | | | |
| 9. XII 28; 7 p m. | 65 | 206,25 | — | — | — | — |
| 9. XII. 28; 8 p m. | 80 | 193,75 | 0,833 | 15 | 12,5 | 12,3 |
| 9. XII. 28; 9 p. m. | 94 | 182 | 0,839 | 14 | 11,75 | 11,5 |
| 10. XII 28; $8^{15}$ a. m. | 206,5 | 90 | 0,818 | 10 | 8,2 | 8,21 |

Effekt im Mittel aus allen Ablesungen in diesem Versuch = 0,819. Die maximalen Abweichungen von diesem Mittelwert betragen in einer Richtung 1,3 % (0,808), in anderer Richtung 3,3 % (0,846). Dabei muß man in Betracht ziehen, daß in diesem Versuch die Evaporation aus dem Bürettenstück nicht berücksichtigt wurde. Die Evaporation bewirkt aber die Senkung des Wasserniveaus im Bürettenstück und somit auch die Verschiebung des Meniskus im Kapillarrohr. Obschon diese Evaporation gering ist und gewöhnlich eine quantité négligeable darstellen wird, kann sie bei schwacher Absorption doch eine Rolle spielen und wenigstens zu kleinen Schwankungen des Effektes beitragen.

Nichtsdestoweniger sind Abweichungen von den aus dem Mittelwert errechneten Zahlen ganz gering, wie man aus dem Vergleich der Angaben in der oben angeführten Tabelle sieht. Man

kann diese Abweichungen beinahe gänzlich auf die Rechnung der Beobachtungsfehler setzen. Im Versuch 74 sieht man auch ganz klar die täglichen Schwankungen der Absorption: geringe Raten während der Nacht (9,4; 8,2) und maximale nach dem Mittag (22,7; 22).

Wie aus früheren Erörterungen zu sehen ist, hängt die Größe des Effektes und der Vergrößerung vom Neigungswinkel des Kapillarrohres ab. Es wurde eine Reihe von Versuchen ausgeführt, welche uns dies veranschaulichen.

Versuchspflanze: *Evonymus japonica.* Versuchsanordnung wie im Versuch 114 nur mit dem Unterschied, daß der Neigungswinkel in verschiedenen Versuchen geändert wurde. Es wurden folgende Mittelwerte gefunden:

| Neigungswinkel | Effekt | | Verschiebung des Meniskus um 1 mm entspricht (empirisch) der Absorption von | Vergrößerung (ausgerechnet auf Grund empirischer Daten) |
|---|---|---|---|---|
| | theoretisch ausgerechnet | empirisch festgestellt | | |
| 1° | 0,8 | 0,825 | 0,00554 $cm^3$ | 11,8 × |
| 2° | 0,67 | 0,70 | 0,00653 $cm^3$ | 10 × |
| 3° | 0,57 | 0,60 | 0,00762 $cm^3$ | 8,6 × |
| 4° | 0,50 | 0,51 | 0,00896 $cm^3$ | 7,3 × |
| 5° | 0,46 | 0,46 | 0,00993 $cm^3$ | 6,6 × |
| 6° | 0,40 | 0,42 | 0,01088 $cm^3$ | 6 × |
| 7° | 0,365 | 0,385 | 0,01187 $cm^3$ | 5,5 × |
| 8° | 0,33 | 0,35 | 0,01306 $cm^3$ | 5 × |

Je größer der Neigungswinkel, desto geringer der Effekt und die Vergrößerung. Dies ist auch ganz klar, da wie aus Abb. 3 ersichtlich $\frac{a}{c} = \sin \alpha'$. In der obenstehenden Tabelle sind empirisch festgestellte Resultate und theoretisch ausgerechnete Werte für die Größe des Effektes nebeneinander angeführt. Geringe Abweichungen empirisch erreichter Werte von den errechneten erklären sich offenbar nur durch Meßfehler. Um ganz übereinstimmende Zahlen zu bekommen, müßten die Winkel mit Präzision bestimmt werden, ebenfalls müßte dafür peinlich gesorgt werden, daß bei 0°-Stellung das Kapillarrohr sich in wirklich horizontaler Lage befindet. Da aber die erwähnten Bestimmungen der Winkel mit einfachen Hilfsmitteln (Wasserwaage, Winkelmaß) ausgeführt worden sind, so war eine vollständige Übereinstimmung nicht zu erwarten.

Die bis jetzt erwähnten Versuche wurden mit dem Kapillarrohr ausgeführt, dessen Durchmesser 2,42 mm betrug. Aus anderen

Versuchen hat sich herausgestellt, daß man auch mit dünneren Kapillarröhren arbeiten kann, wenn auch hier manchmal Abweichungen vom Mittelwert größer sind. Einige Versuche werden uns den Grad der Leistungsfähigkeit solcher Potometer illustrieren.

Versuch 83. Versuchspflanze: ein Zweig von *Evonymus japonica*. Versuchsanordnung wie im Versuch 114, d. h. es wird das offene Potometer mit dem gewöhnlichen Potometer verglichen. 1 mm des Kapillarrohres des offenen Potometers enthält 0,00144 cm³, 1 mm des Kapillarrohres des gewöhnlichen Potometers 0,00457 cm³. Durchmesser des Kapillarrohres des offenen Potometers = 1,36 mm.

| Zeit | Gewöhnl. Potometer | Offenes Potometer | Effekt |
|---|---|---|---|
| | Teilstriche in mm | | |
| 21. XII. 28; 1[34] p.m. | 15 | 295 | — |
| | 43 | 246,75 | 0,543 |
| | 70 | 197,5 | 0,575 |
| | 101 | 141,75 | 0,569 |
| | 112 | 121,5 | 0,580 |

Effekt im Mittel: 0,564. Maximale Abweichung: + 2,9 %; — 3,7 %. Vergrößerung im Mittel 25,6.

Versuch 84 vom 22. XII. 28. Dieselbe Pflanze und dieselbe Versuchsanordnung. Effekte: 0,536; 0,567; 0,567; 0,567; 0,646. Effekt im Mittel: 0,577. Maximale Abweichung: + 11 %; — 7,1 %. Vergrößerung: 26,2.

Während wir also im Versuch 83 nicht größere Abweichungen haben als in früheren Versuchen, sind schon Unterschiede vom Mittelwert im Versuch 84 viel größer und erreichen sogar etwas mehr als 10 %. Es ist zwar richtig, daß diese große Abweichung nur bei einer einzigen Ablesung (bei der letzten) auftrat, aber nichtsdestoweniger ist aus diesen Versuchen ersichtlich, daß wir es hier nicht mit einer derartigen Übereinstimmung im Funktionieren des offenen und des gewöhnlichen Potometers zu tun haben, wie es bei den Kapillarröhren mit breiterem Durchmesser der Fall ist. Starke Vergrößerung, die wir bei Verwendung dünner Kapillarröhren erzielen, erlaubt uns aber auch eine geringe Absorption wenigstens qualitativ nachzuweisen.

Aus den letzten Versuchen sehen wir ferner, daß der Effekt bei dünneren Kapillarröhren sinkt. Es erklärt sich diese Erscheinung dadurch, daß bei dünneren Kapillarröhren bei demselben Neigungswinkel verhältnismäßig mehr Wasser aus dem Bürettenstück aufgenommen wird, was zur Herabsetzung des Effektes führen muß.

Beim Gebrauch des offenen Potometers haben wir noch eine wichtige Erscheinung zu berücksichtigen und zwar die Evaporation der freien Wasseroberfläche im Behälter (Bürettenstück). Bei stark absorbierenden Pflanzen wird man wohl diese Evaporation außer Acht lassen können — nicht aber bei solchen Pflanzen, die nur wenig Wasser aufnehmen. Es besteht nun aber die Möglichkeit, die Evaporation mit Hilfe eines zweiten ganz gleichen Potometers zu messen, und die gefundenen Werte von den Absorptionsraten abzuzählen. Die in dieser Richtung unternommenen Versuche ergaben im großen und ganzen befriedigende Resultate. Es zeigte sich, daß die Senkung des Meniskus im Bürettenstück infolge der Evaporation von einer gleichmäßigen und übereinstimmenden Bewegung der Wassersäule im Kapillarrohr des offenen Potometers begleitet ist. Um sich endgültig von der Brauchbarkeit dieser Methode zu überzeugen, wurden nebeneinander zwei solche „Kontrollpotometer" von gleichen Dimensionen aufgestellt und die Bewegung der Menisci im Laufe mehrerer Tage studiert. Eine vollständige Übereinstimmung ließ sich zwar nicht erzielen, da auch ganz geringe Unterschiede in der Stellung des Potometers die Evaporation beeinflußten — aber im großen und ganzen bekam ich brauchbare Zahlen, wie dies untenstehende Angaben beweisen.

Versuch 59. Kontrollpotometer A und B von gleichen Dimensionen. Durchmesser des Behälters (Bürettenstückes) 10,13 mm. Durchmesser des Kapillarrohres — 2,68 mm. Tagesraten vom 19. XII. 28 ab: 4 mm (Potom. A) — 4 mm (Potom. B); 3,75—4,25; 4,5—4,5; 3,5—4,25; 3—3,75; 3—3; 3,5—4; 3,5—3,75.

Bei allen vorigen Versuchen befand sich das Kapillarrohr des gewöhnlichen Potometers im Bürettenstück des offenen Potometers. Die Bewegung des Wassers im Bürettenstück geschah also an der Glasoberfläche. Um sich zu überzeugen, ob die Bewegung des Meniskus auch an der Epidermis gleichmäßig erfolgt, wurde folgendermaßen vorgegangen. In das Bürettenstück des offenen Potometers wurde ein grünes Stengelstück von *Evonymus japonica* eingesetzt. Mit einer Präpariernadel wurde in den Stengel im Zentrum ein Loch durchgestochen und das derart vorbereitete Stengelstück mittels eines Gummischlauches mit dem Kapillarrohr des gewöhnlichen Potometers verbunden. Zum Saugen wurde ein kräftiger Zweig von *Evonymus japonica* benutzt.

Diese Versuche zeigten klar, daß die Bewegung des Meniskus an der Epidermis glatt vor sich geht (Schwankungen des Effektes vom Mittelwert im Maximum 2 %).

Es sind noch einige Bemerkungen über die Länge der Wassersäule im Kapillarrohr zu machen. Aus Rücksicht auf eine mögliche, störende Wirkung der Reibung wurde mit der Beobachtung erst dann begonnen, wenn die Länge der Wassersäule im Kapillarrohr nicht mehr als 200 mm betrug. Beim überwiegenden Teil der Versuche wurden Ablesungen innerhalb der Strecke von 100 mm vorgenommen.

Weiter sind jetzt die Versuche zu erörtern, die nur mit dem offenen Potometer (ohne Vergleich mit dem gewöhnlichen Potometer) ausgeführt worden sind.

Versuch 57. Versuchspflanze *Linum usitatissimum.* Durchmesser des Bürettenstückes: 10,33 mm. Durchmesser des Stengels 1,75 mm. Durchmesser des Kapillarrohres 2,68 mm. Neigungswinkel: 3°.

| Datum | Zeit | Temperatur | Versuchspotometer | Kontrollpotometer | Absorption pro 3 Stunden in mm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Teilstriche in mm | | |
| 23. XI. 28 | 9 p.m. | 10,5° C | 62,5 | 119,5 | — |
| 24. XI. 28 | 9 a.m. | 9 ° C | 100,25 | 122 | 8,8 |
| 24. XI. 28 | 12 a.m. | 10 ° C | 111,25 | 122,75 | 10,25 |
| 24. XI. 28 | 3 p.m. | 10,5° C | 124 | 123,25 | 12,25 |
| 24. XI. 28 | 6 p.m. | 10,5° C | 136,75 | 123,75 | 12,25 |
| 24. XI. 28 | 9 p m. | 10 ° C | 148,5 | 124,5 | 11 |
| 25. XI 28 | 9 a.m. | 11 ° C | 193,5 | 127 | 10,6 |
| | | (Neues Einstellen) | | | |
| 25. XI. 28 | $1^{30}$ p.m | 11 ° C | 80,75 | 128 | — |
| 25. XI. 28 | 3 p.m. | 10,5° C | 87,5 | — | 13 |
| 25. XI. 28 | 6 p.m. | 10 ° C | 99 | 129 | 11 |
| 25 XI. 28 | 9 p.m. | 10,5° C | 110,75 | 129,75 | 11 |
| 26. XI. 28 | 9 a.m. | 10,5° C | 152,5 | 131,5 | 10 |
| | 12 a.m. | 14 ° C | 165,75 | 132 | 12,75 |
| | $3^{15}$ p.m. | 13,5° C | 185,75 | 132,5 | 18 |
| | $6^{15}$ p.m. | 12 ° C | 200,5 | 133,25 | 14 |
| | $9^{30}$ p.m | 11,5° C | 214,25 | 133,75 | 12,25 |

Da dieser Versuch im Laboratorium bei verhältnismäßig niedriger und dabei wenig schwankender Temperatur durchgeführt worden ist, so waren auch die Absorptionsraten zu verschiedenen Tageszeiten nicht besonders verschieden. Nichtsdestoweniger sieht man ganz deutlich Verminderung der Absorption während der Nacht (8,8; 10,6; 10) und Steigerung nach dem Mittag (12,25; 13; 18). Am 26. XI. $3^{15}$ p.m. haben wir eine bedeutende Steigerung der Absorption, die durch Erhöhung der Temperatur und durch direkte Insolation der Pflanze verursacht wurde.

Das Bürettenstück hatte in unseren bisherigen Versuchen höchstens den Durchmesser von 10,13 mm. Solche Behälter mit geringem Durchmesser können aber nur für Pflanzen mit kleinem Wurzelsystem benutzt werden. Andererseits zeigten Versuche, daß beim Gebrauch von bedeutend breiteren Behältern (wie in früheren Versuchen) Unregelmäßigkeiten in der Bewegung des Meniskus eintreten So stellte sich z. B. heraus, daß beim Durchmesser des Behälters von 2,6 cm die Bewegung der Wassersäule im Kapillarrohr öfters ruckweise erfolgte. Aus diesem Grunde würde der Gebrauch des offenen Potometers für Pflanzen mit kräftigem Wurzelsystem entweder gänzlich ausgeschlossen oder wenigstens stark beeinträchtigt werden.

Folgende Versuchsanordnung beseitigte auch diesen Übelstand:

Abb. 4.

In die obere Öffnung eines breiten Behälters wird ein passender Gummistopfen eingesetzt, in welchen ein Loch von etwa 1 cm Durchmesser möglichst präzise gebohrt wurde. Seitwärts vom Rande bis zum Loch wird im Gummistopfen ein Einschnitt gemacht (Abb. 4), durch den der Stengel der Versuchspflanze eingeführt werden kann. Der Gummistopfen wird in den Behälter tief und fest eingepreßt, wodurch das Herausfließen des Wassers aus dem Loch durch den seitlichen Einschnitt verhindert wird. Der Stengel wird in genau zentrierter Lage fixiert. Das Einstellen erfolgt in üblicher Weise.

Ich erhielt bei dieser Versuchsanordnung ganz befriedigende Resultate. Bei parallelen Versuchen mit gewöhnlichem Potometer stellten sich kaum größere Abweichungen als in den anderen vorigen Versuchen heraus.

Wie gleichmäßig Absorptionsraten bei solchen Versuchen sein können, zeigt uns folgender Versuch:

Versuch 175. Versuchspflanze: Weizen („Kooperatorka") seit 4 Monaten in Nährlösung kultiviert. Durchmesser des Behälters: 26 mm. Durchmesser der Bohrung im Gummistopfen 10 mm. Durchmesser des Stengels 3 mm $\times$ 3,5 mm. Ein mm des Kapillarrohres enthält 0,00457 $cm^3$. Neigungswinkel: $1^0$. Diese Angaben ermöglichen uns, den Effekt und die Vergrößerung zu berechnen. Effekt = 0,788; Vergrößerung = 90,1.

Beim Versuch wurde mittels einer Stoppuhr die Zeit ermittelt, in welcher der Meniskus im Kapillarrohr des offenen Potometers sich um 5 mm verschiebt.

| Zeit der Beobachtung | | Verschiebung des Meniskus um 5 mm dauert |
|---|---|---|
| 28. IV. 29 | $9^{36}$ — $9^{49}$ a. m | 2 Min $^{41''}$; $2-^{44}$, $2-^{44}$, $2-^{47}$, $2-^{35}$, $2-^{26}$ |
| 28. IV. 29 | $10^{17}$ — $10^{32}$ a. m. | $2-^{28}$, $2-^{32}$, $2-^{28}$, $2-^{27}$, $2-^{20}$, $2-^{20}$ |
| 28 IV. 29 | $10^{48,5}$ — $11^{3,5}$ a. m | $2-^{29}$, $2-^{34}$, $2-^{29}$, $2-^{28}$, $2-^{25}$, $2-^{25}$ |
| 29. IV. 29 | $1^{19}$ — $1^{32,5}$ a. m. | $4-^{30}$, $4-^{30}$, $4-^{30}$ — — — |
| 29. IV. 29 | $1^{40}$ — $1^{54}$ a. m. | $4-^{15}$, $4-^{50}$, $4-^{50}$ — — — |

Gleichmäßigkeit der Absorption ist sehr evident — ebenfalls große Unterschiede in der Wasseraufnahme tags und nachts.

Bei Verwendung eines derartigen „Gummieinsatzes" ist auf eine Erscheinung besondere Aufmerksamkeit zu lenken — und zwar auf eine verhältnismäßig starke Evaporation (die auch aus der Oberfläche des Gummistopfens erfolgt). Da man aber bei solchen Versuchen Pflanzen mit starkem Wurzelsystem (also stark absorbierende) verwendet, so kann man diese Verdunstung öfters außer acht lassen. Falls es sich aber um eine größere Genauigkeit handelt, dann wird gleichzeitig auch ein Kontrollpotometer aufgestellt. Verwendung des Gummieinsatzes ermöglicht uns also Absorptionsversuche mit dem offenen Potometer in Behältern beliebiger Größe durchzuführen.

Wenn der Behälter mit Wasser nicht nachgefüllt wird, senkt sich das Niveau des Wassers im Behälter, und der Kontakt zwischen dem Wasser und dem Gummieinsatz wird bald unterbrochen. Infolge der Verdunstung trocknet der Gummieinsatz aus, und beim frischen Nachfüllen vergeht eine gewisse Zeit, bis sich der Gummieinsatz mit Wasser vollsaugt. Wenn man während dieser Zeit Beobachtungen macht, bekommt man selbstverständlich zu große Werte.

Vor Abschluß unserer Abhandlung sei noch erwähnt, daß das offene Potometer entweder in einer regulierbaren oder aber in einer fixen Form zusammengestellt werden kann. Die regulierbare Form

wurde von uns bereits beschrieben und ist in Abb. 2 abgebildet. Bei der fixen Form ist die Unterlage des Kapillarrohres unverrückbar, der Neigungswinkel ist daher beständig, z. B. 1°. Diese zweite, einfachere Form genügt gänzlich für das gewöhnliche Absorptionsexperiment.

**Literatur.**

1. BURGERSTEIN, A. Die Transpiration der Pflanzen. Bd. 1, 1904, Bd. 2, 1920 Bd. 3, 1925.
2. GRAFE, V. Messung der Gas- und Wasserbewegung im Pflanzenorganismus. Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. Abt. XI, Teil 2, 1920.
3. LLOYD, F. E. The physiology of stomata. Washington 1908.

## 42. W. Rybin: Über einen allotetraploiden Bastard von Nicotiana Tabacum × N. sylvestris.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit Tafel VI und 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 17. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Bastarde von *Nicotiana Tabacum* und *N. sylvestris* sind schon vielfach beschrieben worden (BELLAIR 1913, MALINOWSKY 1916, ALLARD 1919, GOODSPEED 1913, GOODSPEED and AYRES 1916, GOODSPEED and KENDALL 1916, GOODSPEED and CLAUSEN 1917, 1922, CHRISTOFF 1928).

Eine charakteristische Eigentümlichkeit dieser Kreuzung ist die beinahe völlige Sterilität der $F_1$-Generation. Diese Tatsache schien so endgültig bewiesen zu sein, daß der Bastard von *Nicotiana Tabacum* × *N. sylvestris* im klassischen Lehrbuch von BAUR (1922) als Beispiel von Sterilität bei pflanzlichen Bastarden figuriert.

Zur Erklärung der Sterilität von Bastarden zwischen *N. Tabacum* × *N. sylvestris* haben GOODSPEED und CLAUSEN eine besondere als „Reaktion-System“ bezeichnete Hypothese über die Unvereinbarkeit dieser zwei Arten infolge der phylogenetischen Entfernung zwischen ihnen, aufgestellt. Diese Unvereinbarkeit führt zu tiefen Störungen des Gleichgewichts in den Bastardgameten und verursacht dadurch ihre Lebensunfähigkeit, was seinerseits zur Sterilität der Bastarde führt. Später fanden diese Autoren eine andere Erklärung für die Sterilität der Bastarde zwischen *N. Tabacum* und *N. sylvestris*. Es erwies sich, daß diese zwei Arten eine verschiedene Chromosomenzahl besitzen: *N. Tabacum* besitzt 24, *N. sylvestris* 12 haploide Chromosomen (GOODSPEED, 1923).

In seiner ersten Arbeit über die Cytologie der Bastarde *N. Tabacum* × *N. sylvestris* kommt GOODSPEED (1923) zur Schlußfolgerung, daß sich in der Reduktionsteilung von $F_1$ der Bastarde zwischen *N. Tabacum* und *N. sylvestris* 12 bivalente und 12 univalente Chromosomen bilden, weshalb die Teilung in zwei nacheinander folgenden Phasen verläuft: in der ersten gehen die Partner der Bivalenten auseinander, in der zweiten erfolgt die Teilung der Univalenten.

Abb. 1. Querschnitt durch das Wurzelmeristem des 36-chromosomigen Bastards 989 (*Nicotiana Tabacum* × *N. sylvestris* $F_1$) 190×.

In einer zweiten eingehenden Arbeit über die Cytologie der Bastarde *N. sylvestris* × *N. Tabacum* kommen GOODSPEED und CLAUSEN (1927) zur Schlußfolgerung, daß die von ihnen in der ersten Arbeit beschriebene Teilung der Univalenten während der ersten Reduktionsteilung nur selten beobachtet wird, und daß der Bastard *N. sylvestris* × *N. Tabacum* dem *Drosera*-Schema folgt.

Ich hatte öfters die Gelegenheit, die erste Generation der Bastarde von *N. Tabacum* × *N. sylvestris*, welche von S. A. EGHIS an der Akklimatisationsstation in Detskoje Selo erhalten worden sind, zu untersuchen. Sie alle besaßen 36 somatische Chromosomen und zeichneten sich durch Sterilität aus. Das Bild der Reduktions-

teilung sprach von einer Unregelmäßigkeit dieser letzteren; näher habe ich sie aber nicht untersuchen können. Im Sommer 1928 fand ich im Wurzelmeristem eines Bastardes *N. Tabacum* × *N. sylvestris* 72 somatische Chromosomen. Auch die großen Dimensionen der Meristemzellen dieses Bastardes waren auffallend (siehe Abb. 1 und 2 im Text und Mikrophot. 3 und 5, auf welchen bei resp. denselben Vergrößerungen das Wurzelmeristem des Bastardes 989 [$F_1$ von *N. Tabacum* × *N. sylvestris*] mit 36 somatischen Chromosomen, und das

Abb. 2. Querschnitt durch das Wurzelmeristem des 72-chromosomigen Bastards 358 (*N. Tabacum* × *N. sylvestris* $F_2$) 190×.

Meristem des Bastardes 358 [$F_2$ von *N. Tabacum* × *N. sylvestris*] mit 72 Chromosomen abgebildet sind).

Dieses war eine $F_2$-Pflanze, welche durch Selbstbestäubung des Bastardes 989 *N. Tabacum* × *N. sylvestris* erhalten worden war.

Die Mutterpflanze des 72-chromosomigen Bastardes 358 war leider cytologisch nicht untersucht worden. Da diese Pflanze steril war, so kann man voraussetzen, daß sie, ebenso wie die anderen cytologisch untersuchten Pflanzen der Nummer 989, 36 Chromosomen besaß. Es ist möglich, daß das von S. A. EGHIS an einem Zweige der Pflanze 989 vorgenommene Chloroformieren in irgend einem Maße zur Bildung des Bastardes 358 beigetragen

hat; die Blüten dieses Zweiges wurden einer Selbstbestäubung unterzogen und gaben darauf eine nur wenig entwickelte Kapsel. Von den wenigen kleinen Samen dieser Kapsel keimte nur ein einziger und gab die Pflanze 358. Durch das Chloroformieren wollte S. A. EGHIS unreduzierte Gameten erzielen; es geschah 8 Tage vor der Bestäubung und dauerte nur 10 Minuten.

EGHIS (1929) bezeugt, daß die Blüte ausgesprochen normalen Pollen besaß. Dieser Pollen besaß aber eine nur schwache Funktionsfähigkeit, da er bei Bestäubung zweier normaler Tabaksblüten kleine Kapseln mit einer geringen Anzahl sehr kleiner Samen ergab; von diesen keimten 1928 nur 10 (eine von den aus ihnen gezogenen Pflanzen ist cytologisch untersucht worden und enthält 48 somatische Chromosomen).

Die Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen und Samenknospen verläuft bei *Nicotiana* nicht gleichzeitig; die Reduktionsteilung in den Samenknospen findet kurz vor Entfaltung der Blüte statt. Somit kann das Chloroformieren nicht als Ursache der Entstehung von einer unreduzierten Eizelle betrachtet werden.

Die Entstehung des tetraploiden Bastardes 358 durch Selbstbestäubung des sterilen $F_1$-Bastardes *N. Tabacum* × *N. sylvestris* läßt eine Vereinigung zweier unreduzierter Gameten als seine wahrscheinlichste Entstehungsweise vermuten. Ganz ausgeschlossen ist natürlich die Möglichkeit einer Entstehung dieses Bastardes auf die von CLAUSEN und GOODSPEED (1925) für den von ihnen erhaltenen tetraploiden Bastard *N. glutinosa* × *N. Tabacum* vermutete Weise. Äußerlich unterscheidet sich die Pflanze 358 (tetraploider Bastard *N. Tabacum* × *N. sylvestris*) von den sterilen $F_1$-Pflanzen durch stärker ausgeprägte *N. sylvestris*-Merkmale und etwas größere Dimensionen (besonders der Blüten). Die Abbildung dieser Pflanze und ihrer Teile befindet sich in der Arbeit von S. A. EGHIS (1929) „Versuche über interspezifische Bastardierung in der Gattung *Nicotiana*“. Die Unterschiede waren jedoch nicht so scharf, daß auf Grund derselben eine Tetraploidie der Pflanze 358 vorausgesetzt werden konnte. Auch erwies sich das Wachstum der Pflanze 358 als äußerst langsam (EGHIS, 1929). Die morphologischen Eigentümlichkeiten der Pflanze wurden erst bemerkt, nachdem es durch eine cytologische Untersuchung der Wurzeln gelungen war, ihre Tetraploidie festzustellen. Die 72 Chromosomen in den Meristemzellen der Pflanze 358 zeugten von ihrer Tetraploidie und gestatteten, ihre Fruchtbarkeit schon dann vorauszusagen, als die Pflanze noch nicht einmal Blütenknospen besaß.

Die Notwendigkeit, die Blüten dieser Pflanze für Bestäubungsversuche zu schonen, gestattete nur 2 Blütenknospen für cytologische Untersuchungen abzunehmen. Aber schon dieses Material genügte für die Feststellung der Tetraploidie des Bastardes 358; die Untersuchung der Reduktionsteilung bestätigte seine tetraploide Natur völlig[1]).

Die Untersuchung zeigte, daß die erste Reduktionsteilung im ganzen regelmäßig verläuft, bis auf einzelne Fälle von Zurückbleiben der Chromosomen im Plasma (vgl. Mikrophotographie 1 und 2, auf welchen Metaphasen und Anaphasen der heterotypischen Teilung dargestellt sind). Als Resultat dieser regelmäßigen Reduktionsteilung bildet sich ein morphologisch vollkommener Pollen (siehe Mikrophotographie 6). Beim Vergleich der Größe der Pollenkörner von *N. Tabacum*, *N. sylvestris* und des tetraploiden Bastardes (Mikrophotographien 4, 7 und 6) fällt die Größe der Pollenkörner des letzteren deutlich auf. Die regelmäßige Reduktionsteilung und die morphologische Vollkommenheit der Pollenkörner ließ eine Funktionsfähigkeit des Pollens voraussetzen. Das hat sich auch vollständig bestätigt, da sich bei Selbstbestäubung der Blüten dieses tetraploiden Bastardes Kapseln ausbildeten (EGHIS 1929), wenn auch mit etwas verminderter Samenzahl.

In den Metaphasen der heterotypischen Teilung vom tetraploiden Bastard *N. Tabacum* × *N. sylvestris* werden größtenteils nicht 36, sondern weniger chromosomale Einheiten beobachtet. Am häufigsten trifft man 28 solcher Einheiten an. Diese Erscheinung wird sowohl auf Aceto-Karmin-Präparaten wie auch auf denjenigen, die nach der Methode von NAVASCHIN fixiert worden sind, beobachtet, und ist augenscheinlich dadurch zu erklären, daß hier eine variierende Anzahl polyvalenter Chromosomen gebildet wird. Setzt man die Richtigkeit der Angaben von GOODSPEED und CLAUSEN (1927) voraus, laut welchen 12 Chromosomen *sylvestris* und 12 Chromosomen *Tabacum* homolog sind, so müssen im Kerne des tetraploiden Bastards *N. Tabacum* × *N. sylvestris* 4×12 homologe Chromosomen anwesend sein. Wären alle homologen Chromosomen zu tetravalenten vereinigt, so müßten wir in den Metaphasen der ersten Reduktionsteilung 12 quadrivalente und 12 bivalente Chromosomen beobachten können. Tatsächlich ist dieses nie der Fall, und die Anzahl der Einheiten ist nicht

1) Für die Untersuchung wurde sowohl die Aceto-Karmin-Methode wie auch die Fixierung nach NAVASCHIN mit nachfolgender Behandlung und Färbung mit Eisen-Hämatoxylin verwendet.

kleiner als 28. Um die Frage über die Anzahl der polyvalenten Chromosomen beim tetraploiden Bastard *N. Tabacum* × *N. sylvestris* zu klären, bedarf es weiterer Untersuchungen. Zu dem Zweck muß auch die $F_1$-Generation der Kreuzung *N. Tabacum* × *N. sylvestris* untersucht werden.

Daß 12 Chromosomen *sylvestris* und 12 Chromosomen *Tabacum* einander homolog sind, ist zur Zeit nur durch die Arbeit von GOODSPEED und CLAUSEN (1927) festgestellt worden. Die Abbildungen dieser beiden Autoren sind aber halbschematisch, und es ist aus diesen kaum möglich, eine Vorstellung über das wirkliche Bild der Reduktionsteilung vom Bastard von *N. sylvestris* × *N. Tabacum* zu gewinnen.

Vielleicht kann man die Schematisierung der Abbildungen dadurch erklären, daß die Autoren bei ihrer Untersuchung ausschließlich Aceto-Karmin-Präparate verwendet haben. Bei Entscheidung der Frage über die Valenz der Chromosomen während der Meta- und Anaphasen der ersten Reduktionsteilung spielt die Größe der chromosomalen Einheiten und ihre Lage in der Spindel eine große Rolle. Aber die Zeichnungen von GOODSPEED und CLAUSEN geben keine Vorstellung über die räumliche Anordnung der Chromosomen, da auf den en face abgebildeten Kernplatten alle Chromosomen eintönig dargestellt sind. Die Schematisierung der Zeichnungen tritt auch darin hervor, daß auf ihnen die bei *N. Tabacum* existierenden Unterschiede in der Größe der Chromosomen (CHRISTOFF 1925, 1928, RYBIN 1927) gar nicht wiedergegeben sind. Auf den von GOODSPEED und CLAUSEN dargestellten Kernplatten der Bastarde sind überall, wo bi- und univalente Chromosomen anwesend sind, zwei Kategorien derselben, große und kleine, sehr deutlich abgebildet (vgl. z. B. Abbild. 2 und 6). Die Tatsache, daß auf Abbildung 2, welche die Metaphase der ersten Teilung beim Bastard von *N. sylvestris* × *N. Tabacum* darstellt, 12 große Chromosomen ihrer Größe nach den Chromosomen beider Eltern entsprechen (siehe Abbild. 1), und neben ihnen 12 ganz kleine Chromosomen überhaupt keinen von den Elternchromosomen ähnlich sind, ist auch nur durch die Schematisierung der Zeichnung zu erklären. Setzt man keine zu starke Schematisierung der Zeichnungen voraus, so erscheint die bedeutende Verkleinerung der Dimensionen von den 12 *Tabacum*-Chromosomen im Bastardkerne unerklärlich.

Der tetraploide Bastard *N. Tabacum* × *N. sylvestris* ist zweifellos ein ganz besonders günstiges Objekt zur Prüfung der Angaben von GOODSPEED und CLAUSEN über die Homologie der Chromosomen von *sylvestris* und *Tabacum* umsomehr, da dadurch

die Möglichkeit gegeben ist, Bastarde mit zwei Sätzen von *Tabacum*-Chromosomen und einen Satz von *sylvestris*-Chromosomen und auch Bastarde mit einem Satz *Tabacum*-Chromosomen und zwei *sylvestris*-Sätzen zu erhalten. Diese Bastarde werden auch an und für sich von größtem Interesse sein.

Trotz des geringen fixierten Materials hat die cytologische Analyse somit gezeigt, daß der Bastard von *N. Tabacum* × *N. sylvestris* eine Reihe von charakteristischen Eigenschaften besitzt: 1. die somatische Chromosomenzahl ist 72; 2. die regelmäßige Reduktionsteilung ist durch Bildung von 36 Paar Chromosomen charakterisiert; letztere besitzen eine Tendenz, polyvalente Chromosomen zu bilden, weshalb die Anzahl der chromosomalen Einheiten in der Metaphase der heterotypischen Teilung nicht selten kleiner als 36 ist, während die Größe vieler von ihnen diejenige normaler bivalenter *Tabacum*-Chromosomen bedeutend übertrifft; 3. der Bastard weist eine regelmäßige Trennung der Chromosomen in den Anaphasen der heterotypischen Teilung (siehe Mikrophot. 2) und eine regelmäßige homöotypische Teilung auf; 4. es bildet sich morphologisch vollkommener Pollen, welcher seiner Größe nach die Pollenkörner von *Tabacum* und *sylvestris* bedeutend übertrifft; 5. der Bastard besitzt größere Meristemzellen (vgl. Mikrophot. 3 und 5 und Abb. 1 und 2 im Text).

Alle aufgezählten Merkmale sind typisch für amphidiploide oder für allotetraploide, wie sie KIHARA zu bezeichnen vorschlägt (KIHARA und ONO, 1926), Bastarde zwischen zwei Arten.

Mit einer solchen Charakteristik des Bastards von *N. Tabacum* und *N. sylvestris* stimmt auch seine Fruchtbarkeit gut überein; dieselbe wurde auf Grund der oben geschilderten cytologischen Daten vorausgesagt und durch die Bestäubungsversuche von S. A. EGHIS vollständig bestätigt.

Die Tatsache, daß diese Bastardpflanze mit Hilfe der cytologischen Methode aufgefunden worden ist, hebt die Wichtigkeit dieser Arbeitsrichtung in der praktischen Pflanzenzucht deutlich hervor.

Es ist charakteristisch, daß sich der tetraploide Bastard 358 unter den andern Bastarden von *N. Tabacum* × *N. sylvestris* weder durch die Form und Größe seiner Blätter, noch durch den Charakter seines Wuchses irgendwie hervorhob; somit offenbarte sich seine Tetraploidie nur, nachdem die Resultate der cytologischen Untersuchung festgestellt worden waren.

Außer dem großen theoretischen Interesse liegt die Bedeutung dieses tetraploiden Bastards *N. Tabacum* × *N. sylvestris* noch darin,

daß er als Beispiel für die Entstehung eines fertilen Artbastardes durch Chromosomenverdoppelung oder „indirekte Chromosomen-Bindung", wie diese Erscheinung von WINGE (1917) bezeichnet worden ist, dienen kann. Merkwürdigerweise wurden überhaupt die Bastarde zwischen diesen beiden *Nicotiana*-Arten zu den am besten untersuchten, zweifellos sterilen Kombinationen gezählt.

Die Art der Bildung des tetraploiden Bastards *N. Tabacum* × *N. sylvestris* ist auch vom Standpunkt der Entstehung von tetraploiden Bastarden überhaupt äußerst interessant. Die Entstehung des Tetraploids durch Selbstbestäubung des sterilen $F_1$-Bastards schließt die Möglichkeit der Anwendung der Hypothese von CLAUSEN und GOODSPEED (1925) und CLAUSEN (1928) ganz aus; nach dieser Hypothese sollte sich die Chromosomenzahl sofort oder bald nach der Vereinigung des Spermiums mit der Eizelle verdoppeln und dadurch die Bildung von tetraploiden Bastarden *N. glutinosa* × *N. Tabacum* herbeiführen.

Der erhaltene Tetraploid *N. Tabacum* × *N. sylvestris* gibt ferner die Möglichkeit, die Voraussetzung CLAUSENs (1928a, 1928b), experimentell zu prüfen, nach der der Genom von *N. Tabacum* aus 12 Chromosomen, die den 12 Chromosomen von *N. sylvestris* homolog sind, und aus weiteren 12 den 12 Chromosomen von *N. tomentosa* homologen besteht.

Dieser Tatsache schreibt CLAUSEN (1928a, 1929b) eine sehr große Bedeutung zu, da er auf ihr seine Hypothese über die Abstammung der botanischen Art *N. Tabacum* von zwei anderen resp. *N. silvestris* und *N. tomentosa* sehr nahen Arten aufbaut. Die Berechtigung zu einer solchen Hypothese sieht CLAUSEN in der Tatsache, daß sich *N. Tabacum* cytologisch in bezug auf *N. sylvestris* und *N. tomentosa* ganz ebenso verhält, wie der allotetraploide Bastard *N. glutinosa* × *N. Tabacum* in bezug auf die Elternarten. Jedoch läßt CLAUSEN zu, daß die Chromosomen von *sylvestris* und *tomentosa* von den ihnen homologen Chromosomen im Satze von *Tabacum* genetisch verschieden sind.

Dieses wird nach CLAUSEN durch die genetischen Veränderungen verursacht, die dank dem Evolutionsprozesse in den Chromosomen des hypothetischen Tetraploids, welcher den gegenwärtigen *N. Tabacum* ergeben hat, hervorgerufen worden waren. Außerdem setzt CLAUSEN voraus, daß bei der Bildung von *N. Tabacum* nicht die gegenwärtigen Arten *sylvestris* und *tomentosa*, sondern die ihnen phylogenetisch sehr nahen Formen Anteil genommen haben. Im Zusammenhang damit schreibt CLAUSEN (1928): „Es ist wahrscheinlich, daß sich sowohl die Chromosomen von

*sylvestris* wie auch die Chromosomen von *tomentosa* in ihrer genetischen Natur von ihren Homologen im Satze von *Tabacum* bedeutend unterscheiden.

Trotzdem existiert ein so großer Parallelismus der Beziehungen zwischen *Tabacum* und diesen zwei Arten (*sylvestris* und *tomentosa*) einerseits, und *digluta* und den in seiner Abstammung teilnehmenden Arten anderseits, daß das einen Anlaß gibt vorauszusetzen, daß *Tabacum* entweder von Stammformen (progenitors), oder aber von den nächsten Verwandten der Arten *sylvestris* und *tomentosa* abgeleitet werden kann. Bis jetzt sind sie cytologisch noch so nahe, daß man erwarten könnte, daß die Form, die durch Verdoppelung der Chromosomen von Bastard *sylvestris-tomentosa* entstanden ist, mit dem Chromosomensatz von *Tabacum* 24 Bivalente bilden wird." (S. 208.)

Falls die Theorie von CLAUSEN bestätigt werden kann, so müssen bei der Kreuzung des Tetraploids *N. Tabacum* × *N. sylvestris* mit *N. tomentosa* fruchtbare Bastarde mit 24 Bivalenten in der Diakinese entstehen, die äußerlich *Tabacum* sehr ähnlich sein müssen.

Es ist besonders interessant, daß im Kerne dieser Bastarde je ein unveränderter Chromosomensatz von *sylvestris* und *tomentosa* und außerdem je ein Chromosomensatz derselben Arten, „der aber seine genetische Natur im Laufe der Evolution verändert haben muß", anwesend sein muß. Außer der speziellen Bedeutung, die der tetraploide Bastard *N. Tabacum* × *N. sylvestris* für die Genetik der Gattung *Nicotiana* hat, ist auch seine Bedeutung für das ganze Problem der fertilen, interspezifischen Bastarde sehr groß.

In der letzten Zeit ist die Anzahl der Fälle, wo Bildung solcher allotetraploiden Bastarde stattgefunden hat, bedeutend gestiegen (CLAUSEN und GOODSPEED 1925; TSCHERMAK und BLEIER 1926; ICHIJIMA 1926; KARPETSCHENKO 1927; RYBIN 1927; CRANE und DARLINGTON 1927; LEVITZKY und BENETZKAJA 1929), aber die Art ihrer Entstehung und ihr Verhalten in späteren Generationen ist durchaus nicht vollständig genug untersucht, deshalb ist jeder neu erhaltene Allotetraploid von zweifelloser Bedeutung für das ganze Problem der Genesis der Polyploidie und ihrer Rolle in der Evolution.

Detskoje Selo (Leningrad), Akklimatisationsstation am Landwirtschaftlichen Institut.

---

## Zitierte Literatur.

ALLARD, H. 1919. Am. Nat. 53: 79–84 (cit. nach East, 1928).
BAUR, E. 1922. Vererbungslehre.
BELLAIR, G. 1913. IV—e conf. int. génét. pp. 201—203 (cit. nach East 1928).
CHRISTOFF, M. 1925. Annuaire Univ. Sofia. Fac. Agr. III: 37—86.
—, —. 1928. Genetics 13: 233—277.
CLAUSEN, R. 1928a. Verhandl. V. Int. Kongr. Vererb. Bd. I, pp. 547—553.
—, —. 1928b. Univ. California Publ. Bot. II, Nr. 10: 177—211.
—, — and GOODSPEED, T. 1925. Genetics 10: 278–284.
CRANE, M. and DARLINGTON, C. 1927. Genetica IX, pp. 242—278.
EAST, M. 1928. Bibliographia Genetica IV, pp. 243—320.
EGHIS, S. 1927. Bull. Applied Bot. (Leningrad) vol. XVII, Nr. 3, pp. 151–189.
—, —. 1929. Verhandl. des Allruss. Kongresses f. Genetik (im Druck).
GOODSPEED, T. 1913. Univ. California Publ. Bot. 5, Nr. 4: 189–198.
—, —. 1923. Svensk. Bot. Tidskr. 17: 472—478.
–, — and AYRES, A. 1916. Univ. California Publ. Bot. 5, Nr. 9, 273–292.
—, — and CLAUSEN, R. 1917. Ibidem 5, Nr. 11: 301–346.
—, — and CLAUSEN, R. 1922. Ibidem, 11, Nr. 1: 1–30.
—, — and CLAUSEN, R. 1927. Ibidem 11, Nr. 7: 127–140.
—, — and KENDALL, J. 1916. Ibidem 5, Nr. 10: 293–299.
ICHIJIMA, K. 1926. Genetics II, Nr. 6: 590–604.
KIHARA, H. und ONO, T. 1926. Zeitschr. f. Zellf. und mikr. Anat. Bd. 4, H. 3, pp. 475—481.
KARPECHENKO, G. 1927. Bull. Applied Botany (Leningrad), Vol. XVII. Nr. 3, pp. 305–410.
LEVITZKY, G. und BENETZKAJA, G. 1929. Ergänzungen zu den Vorreferaten des Allruss. Kongresses f. Genetik, p. 197 (russisch).
RYBIN, V. 1927. Bull. Applied Bot. (Leningrad), Vol. XVII, Nr. 3, pp 191–240.
TSCHERMAK, E. und BLEIER, H. 1926. Ber. d. D. Bot. Ges. XLIV: 110–132.

---

## Erklärung der Mikrophotographien (Tafel VI).

Fig. 1. Metaphase der heterotypischen Teilung in Pollenmutterzellen der tetraploiden Pflanze. 490×.
Fig. 2. Späte Anaphase der heterotypischen Teilung in Pollenmutterzellen der tetraploiden Pflanze. 490×.
Fig. 3, 5. Querschnitte durch das Wurzelmeristem der Bastarde von *N. Tabacum* × *N. sylvestris*:
3.— der sterilen 36-chromosomigen $F_1$. 870×.
5.— der fertilen 72-chromosomigen $F_2$. 870×.
Fig. 4. Pollen von *N. Tabacum.* 160×.
Fig 7. Pollen von *N. sylvestris.* 160×.
Fig. 6. Pollen des tetraploiden Bastards von *N. Tabacum* × *N. sylvestris.* 160×.

---

## 43. Carl Hüttig: Untersuchungen an fluoreszierenden Bakterien aus Wasser, Erde und Pflanzen.

(Eingegangen am 13. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung.)

In einer früheren milchwirtschaftlich-bakteriologischen Arbeit (1) haben wir dargelegt, daß unter den sporenlosen Bakterien, die auf den gebräuchlichen Nährböden Fluoreszeïn als einzigen wasserlöslichen Farbstoff bilden, *B. fluorescens* L. et N. und *B. putidum* L. et N. als zwei gut charakterisierte Arten anzusehen sind, bei denen allerdings in seltenen Fällen Zwischenformen vorkommen, die weder der einen noch der anderen Art zuzuzählen sind. Die Einteilung ist eben wie überall bei größeren Bakteriengruppen für die an der Grenze liegenden Stämme nicht ganz einfach. Die Gruppe der fluoreszierenden Bakterien ist durch eine Reihe von Eigenschaften ausgezeichnet, die sie nicht nur in Milch und Milchprodukten, sondern ganz allgemein in der Natur von Bedeutung erscheinen lassen.

Das *B. putidum* vermag aus dem Tyrosin durch zwei Enzyme, die Tyrosinase und eine Oxydase, eine melaninartige Verbindung zu bilden, die den Nährböden mit Tyrosinzusatz eine hellbraune bis tief braunschwarze Farbe verleihen. Ganz besonders ausgeprägt zeigte diese Tyrosinverfärbung eine Abart des *B. putidum*, das *B. fluorescens aureum* Zimm., das sich von der Stammform äußerlich durch ockergelbe Auflagerungen auf Gelatine und Agar unterscheidet. Hierher gehörten fast ein Drittel unserer zahlreichen aus Wasser, Erde und Pflanzen isolierten *putidum*-Vertreter. Die Schwarzfärbung des Tyrosins ist ferner von *Actinomyces chromogenes* und manchen Rassen des *B. pyocyaneum* bekannt (2). Auch viele von uns gefundene sogenannte farblose Fluoreszenten (*B. punctatum*, *alcaligenes* usw.), die noch einer zusammenfassenden Bearbeitung harren, zeigten diese Fähigkeit. Es ist wahrscheinlich, daß alle diese Arten mit beteiligt sind an der Bildung der dunklen Farbe des Humus, da Tyrosin als Eiweißabbauprodukt besonders in humosen Böden weit verbreitet ist.

Stärke wird von vielen Fluoreszenten durch Diastase aufgelöst. So fanden wir von 439 verflüssigenden Stämmen 65 % deutlich Stärke angreifend. Besonders eine Rasse von *B. fluorescens*, die durch ausgeprägte, ganz reine Fluoreszenz und Abscheidung

sternförmiger (nicht nadelförmiger) Kristalle auf der Agarauflage ausgezeichnet ist, bildete viel Diastase. Sie kommt fast ausschließlich auf grünen Pflanzen vor, auf denen sie durch intensive Schleimbildung vor Austrocknung geschützt ist; in Wasser oder Erde fanden wir sie fast niemals. Mit dem Stärkeauflösungsvermögen ist korrelativ verbunden die Fähigkeit zur schnellen Eiweiß- und Fettspaltung, ferner das Ausbreitungsvermögen auf festen Nährböden und die Anpassung an niedere Temperatur. Bei *B. putidum* greifen nur die gelbwachsenden Formen deutlich Stärke an — ein weiteres Merkmal, das eine Abtrennung des *B. fluorescens aureum* Zimm. von *B. putidum* als erwünscht erscheinen läßt. In der Intensität des Stärkeauflösungsvermögens stehen die Fluoreszenten jedoch im allgemeinen gegen die Schimmelpilze und aëroben Sporenbildner erheblich zurück, wie man sich leicht durch Vergleich auf Stärkeagarplatten überzeugen kann.

Manche Fluoreszentenstämme sind, ähnlich wie *B. pyocyaneum*, befähigt, aus Nitrit und Nitrat Stickstoff in freier Form zu erzeugen. So stellten wir bei 25 % der *fluorescens*-Stämme mehr oder weniger starke Gasbildung in Nitratbouillon fest; selten wurde nur Nitrit angegriffen. Niemals fanden wir Denitrifikation bei *B. putidum*. Die einfache Nitratreduktion bis zu Nitrit oder Ammoniak zeigten beide Arten zu etwa 25 %. Bei *B. pyocyaneum* trat die Denitrifikation schneller ein, bei *B. fluorescens* wirkte sie nachhaltiger. Denitrifizierende Fluoreszenten sind äußerlich leicht daran zu erkennen, daß die ursprünglich weißlichgraue Oberfläche der Agarauflage vom zweiten bis dritten Tage ab eine hell- bis dunkelbraune Farbe annimmt, die in der Aufsicht wie angeräuchert aussieht und an den Bakterienbelag gebunden ist, also nicht in den Agar diffundiert. Fast ohne Ausnahme sind Denitrifikation und angeräucherte Auflage korrelativ verbundene Eigenschaften. Die typisch denitrifizierenden Fluoreszenten sind Wasser- und Erdorganismen, sie bilden im Gegensatz zu den pflanzenbewohnenden Stämmen keine oder wenig Diastase, ihre Gelatineverflüssigungszone ist zylindrisch bis sackförmig, sie umgeben sich niemals mit einer Schleimhülle in flüssigen Kulturen.

Gegen äußere Einflüsse, wie Temperatur, Reaktion oder Salzgehalt der Umgebung, verhalten sich die Fluoreszenten verschieden. *B. fluorescens* wächst am besten bei niederer Temperatur (20—25°). Wir fanden noch bei 3° nach 6 Tagen bei 20 % der untersuchten Stämme verhältnismäßig gutes Wachstum. Diese Art wird also mit zu den ersten Lebewesen gehören, die im Frühjahr nach dem Auftauen der Gewässer und der Erde neues Wachstum zeigen.

Im Gegensatz hierzu ist *B. putidum* an höhere Temperaturgrade angepaßt (30° und darüber), es verträgt auch größere Säuremengen (noch unterhalb pH = 6,0, mit Ausschluß der gelben Formen) als *B. fluorescens,* obgleich beide im Vergleich mit anderen Bakterienarten als säureempfindlich bezeichnet werden müssen. Merkwürdig erscheint dabei die Tatsache, daß gerade auf Moorboden Fluoreszenten zahlreich anzutreffen sind. Auch gegen höheren Salzgehalt sind sie empfindlich; einige widerstandsfähigere Rassen fanden wir regelmäßig im Meerwasser an der Küste, während salzhaltige Stellen im Binnenlande nur die normalen Formen aufwiesen.

An bestimmten Standorten in der Natur sind Fluoreszenten in großer Zahl anzutreffen. So scheinen außer natürlichen Gewässern leicht angewelkte Pflanzensubstanz und ferner saftreiche, fleischige Blütenblätter ein günstiges Substrat für diese Bakterien zu sein. Wir fanden z. B. Fluoreszenten in Massen in direkten PETRIschalenkulturen von angewelkten Rhabarberblättern, Moos, grünem Heu, Ähren von *Phleum pratense,* andererseits auf Blüten von *Vicia faba, Polygonum amphibium, Weigelia.* Meist keine Fluoreszenten beherbergten Bäume und Sträucher oberhalb einer Höhe von 1,50 m, aber nur im Frühling und Sommer; im Spätsommer und Herbst fanden sich auch hier solche in geringer Anzahl, offenbar durch Sand, Staub und Regen verschleppt.

Unter den Kolonien der zahlreichen, von uns untersuchten Stämme fielen uns solche auf, die ähnlich wie *B. aërogenes* auf Agar stark erhaben, schleimig-glänzend, wassertropfenähnlich wuchsen. Besonders gut war dies auf Schrägröhrchen zu beobachten, wo wir solche Stämme als fließend bezeichnen können. Bei typischer Ausbildung erwies sich die Eigenschaft noch nach zwei Jahren als konstant. Etwa 20 % unserer *fluorescens*-Stämme waren fließend, während wir kaum ein *B. putidum* fanden, bei dem diese Erscheinung deutlich ausgeprägt gewesen wäre. Vermutlich handelt es sich hier um Bakteriophagenwirkung, wenn es auch nicht gelang, Bakteriophagen im Bouillonfiltrat nachzuweisen. Dagegen war in Tröpfchenkulturen nach einigen Tagen Aufhellung und Verschwinden der Bakterien deutlich zu beobachten, und der Bakterienrasen erschien vom Rande aus wie angefressen. Die Kolonien sind ganz undurchsichtig, die enorme Schleimbildung auf Agar ist wahrscheinlich als Abwehrmaßnahme gegen die Bakteriophagenwirkung aufzufassen. Alle übrigen Fluoreszenten haben flache, bläulich durchscheinende Kolonien. Die fließenden Stämme sind an niedere Temperaturen angepaßt und zeigen niemals Denitrifikation.

LIESKE (3, 4) stellt das *B. tumefaciens* und die übrigen sog. farblosen Fluoreszenten mit den echten fluoreszierenden Formen in eine Sammelart zusammen, da die Unterscheidungsmerkmale nicht konstant und fortlaufende Übergänge vorhanden seien. Wir haben die Originalkultur *B. tumefaciens* Smith und die LIESKEschen pflanzen- und menschenpathogenen Krebsstämme mit unseren 582 fluoreszierenden Stämmen verglichen und finden die Unterschiede groß und konstant genug, um eine Trennung dieser Arten vorerst beizubehalten. Die Frage, ob ein echter Fluoreszent in eine farblose Art übergehen kann, ist noch ungeklärt. Unsere Stämme haben nach 2 Jahren ihr Farbstoffbildungsvermögen tadellos beibehalten. Jedoch schien es uns, als ob nach einer Pflanzenpassage durch Winterastern ursprünglich fluoreszierende Stämme plötzlich farblos geworden wären und andere Eigenschaften angenommen hätten. Die Versuche wurden folgendermaßen angestellt: frisch geschnittene Winterastern der gleichen Art wurden nach äußerlicher Keimfreimachung in Kolben mit Watteverschluß gestellt, in denen sich Leitungswasser und etwas $K_2HPO_4$ befand. Nach Impfung und Aufbewahrung einige Tage lang bei Zimmertemperatur wurden die Stengel unterhalb der Blüte durchschnitten, aus den Gefäßen der Stengel Gußkulturen angelegt und mit denen des Kolbenwassers verglichen. Bei den gegenüber den Kontrollen vorzeitig welkenden Pflanzen waren regelmäßig die in das Wasser eingeimpften Fluoreszenten im oberen Stengelteil zu finden, bisweilen jedoch nur farblose Arten mit abweichenden Eigenschaften, die im Kolbenwasser nicht vorhanden waren. Ob aber alle Pflanzen ursprünglich bakterienfreie Gefäße besaßen, konnte leider nicht nachgeprüft werden, sodaß die Versuche gelegentlich wiederholt werden müssen. Wir bezweifeln überhaupt, daß das Innere von lebenden Pflanzenteilen in allen Fällen keimfrei ist, da wir uns nicht selten trotz steriler Gewebeentnahme aus Früchten usw. von dem Vorhandensein von Mikroorganismen durch Anreicherung überzeugen konnten.

Um einen Überblick über die verschiedenen Formen der Fluoreszentenflora von natürlichem Wasser und ihre Veränderung in einem bestimmten Zeitraum zu erhalten, wurden vom August bis Oktober 1928 und von Anfang März bis Ende April 1929 aus einem kleinen von Menschenhand kaum berührten Tümpel in der Nähe Kiels fortlaufend Wasserproben genommen und auf Fluoreszenten untersucht. Leider konnte in den Sommer- und Wintermonaten wegen Austrocknung bzw. Vereisung keine Probenahme stattfinden. Die Untersuchung ergab folgendes: Im Frühling war in dem Wasser eine ganz andere Fluoreszentenflora vertreten als im

Herbst. Zu Beginn des Jahres erreichte *B. fluorescens* ¾ der Gesamtzahl der gefundenen Fluoreszenten, während im Herbst fast ebenso viel auf *B. putidum* entfielen. Diese Verteilung erscheint erklärlich, wenn wir bedenken, daß *B. fluorescens* noch bei Temperaturen um 0 Grad wächst, *B. putidum* dagegen kaum. Das gelbe *B. fluorescens aureum* erschien nur in der warmen Jahreszeit (etwa 15 % der Stämme), nicht im Winter und Frühjahr. Diese Art ist sicher Pflanzenbewohner und zeigt Beziehungen zu dem ebenfalls pflanzenbewohnenden, aber nicht fluoreszierenden *B. herbicola* Burri et Düggeli. Beide gelangen erst mit dem Beginn der Vegetation durch abfallende Blätter oder Blüten ins Wasser, wo sie sich bis zum Beginn der kalten Witterung halten, um dann zu verschwinden.

Gegen Ende März 1929 (Beginn des Frühlings!) beobachteten wir eine plötzliche Zunahme der denitrifizierenden Stämme: von *B. fluorescens* zeigten fast 80 % starke Denitrifikation, während dies normalerweise nur bei 25 % der Fall zu sein pflegt. Zu dieser Zeit waren in dem untersuchten Tümpel zahlreiche Gasblasen zu bemerken, die in dem Gewirr der Fadenalgen nicht an die Oberfläche gelangen konnten. Da die höheren Wasserpflanzen noch nicht mit dem Wachstum begonnen hatten, wurden durch die Denitrifikanten die im Winter im Überschuß gebildeten Nitrate in freien Stickstoff und Stickoxydul verwandelt. Gegen den Sommer hin und im Herbst bewegte sich dann die Zahl der denitrifizierenden Fluoreszenten wieder in normalen Grenzen. Die beigefügten Tabellen enthalten einen Überblick über die Eigenschaften der gefundenen Fluoreszentenstämme und ihre Häufigkeit im Frühjahr und Herbst.

Tabelle 1.

Im Wasser gefundene Formen von *B. fluorescens.*

| Gelatineverfl.-Zone | Denitrifikation | Tyrosinschwärzung | Diastase | Zahl der isolierten Stämme im | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Frühjahr | Herbst |
| Zylindrisch | × × × | — | — | 71 | 12 |
| » | × × | — | × × | 49 | — |
| » | — | × | × × × | 8 | — |
| » | — | × | — | 6 | 44 |
| » | — | — | — | 20 | — |
| Sackförmig | × × × | — | × | 75 | 19 |
| » | × | — | × × | 31 | 4 |

Tabelle 2.
Im Wasser gefundene Formen von *B. putidum*.

| Tyrosinschwärzung | Diastase | Trimethylaminbildung | Zahl der isolierten Stämme im | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Frühjahr | Herbst |
| × × × | — | × | 36 | 115 |
| × × × | × | — | 4 | 28 |
| × | × | × | 7 | — |
| × | — | — | — | 62 |
| — | — | × | 43 | 8 |
| — | — | — | — | 8 |

Da sich zufällig Gelegenheit bot, Fluoreszenten aus Milch zu untersuchen, die von Kühen mit Steckrübenfütterung stammte, wurden die isolierten Arten mit den aus dem Wasser erhaltenen verglichen. Dabei ergab sich, daß die Rübenmilchstämme ohne Ausnahme keine Denitrifikation zeigten, während die Formen aus Wasser zahlreich denitrifizierten. Umgekehrt war die von uns auf Pflanzen als charakteristisch angetroffene Form von *B. fluorescens* (reine Fluoreszenz, Schleimbildung, Diastasegehalt, starke Eiweiß- und Fettspaltung, niedere Optimaltemperatur) in Rübenmilch häufig, während sie in dem untersuchten Wasser nicht vorkam. Ebenso fanden wir im Wasser keine auf Agar „fließenden" Stämme. Man muß also annehmen, daß es bei den Fluoreszenten an bestimmte Standorte angepaßte „Rassen" gibt, die ihre Eigenschaften auch in fremdem Milieu längere Zeit beibehalten und an der Summe ihrer Merkmale unschwer wiedererkannt werden können.

Kiel, Bakteriologisches Institut der Preuss. Vers. u. Forschungsanstalt f. Milchwirtschaft (Direktor Prof. Dr. W. Henneberg).

**Literatur.**

1. Hüttig, C., 1929: Milchwirtschaftliche Forschungen (erscheint demnächst).
2 Lehmann, K. B., und Neumann, R. O., 1927: Bakteriologische Diagnostik, 7. Auflage, München.
3. Lieske, R., 1928: Zentralblatt für Bakteriologie I, Orig., 108, S. 118.
4. Lieske, R, und Hofmann, E, 1928: Zeitschrift „Brennstoff-Chemie", Essen, Nr. 11.

## 44. Rudolf Gistl: Die Quellung von Equisetumsporen in Kulturflüssigkeiten verschiedenen osmotischen Druckes.

(Eingegangen am 17. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung.)

Sucht man in der Literatur nähere Angaben über den Vorgang der Quellung von Sporen, so ist außer der Feststellung der Tatsache der Quellung so gut wie nichts zu finden. Vor allem über das Verhalten der Sporen in bezug auf die Quellung in osmotisch ungleichwertigen Kulturflüssigkeiten konnte ich keinen Aufschluß finden.

Schon vor Jahren ist mir anläßlich anderer Untersuchungen aufgefallen, daß sich die Sporen in osmotisch verschiedenen Lösungen ungleich benehmen. Die Dauer der Qellung von Sporen gleicher Herkunft ist in Lösungen verschiedener Konzentration immer eine andere. Bringt man Sporen von *Equisetum arvense*, die einer reifen Sporangienähre entnommen werden, in Leitungswasser, so tritt ein sehr schnelles Auflaufen ein. Die Größenzunahme der Sporen hält noch einige Stunden an, wobei aber zu bemerken ist, daß das Tempo der Volumenvergrößerung sich ständig verlangsamt, bis endlich die auf Quellung zurückzuführende Volumenzunahme ganz zum Stillstand kommt. Auch in Kulturflüssigkeiten mit höherem osmotischen Druck ist die Volumenvergrößerung in den ersten Augenblicken der Berührung der Sporen mit der Flüssigkeit eine große, doch hält sie sich auch beim Beginn der Quellung in engeren Grenzen als in den Kulturen in Brunnenwasser.

Gerade die Quellungsgröße gleich nach dem Einbringen der Sporen in die Kulturflüssigkeit wurde bei den ersten im vorletzten Frühjahr angestellten Kulturserien zu einer lange nicht erkannten Fehlerquelle, weil ich mit der Größe und Schnelligkeit derselben nicht rechnete. Dieser Umstand machte den Weg der direkten Messung immer derselben Sporen ungangbar, da es unmöglich war, ein Präparat so schnell zu fertigen, daß nicht schon bei Beginn der Beobachtung eine nennenswerte Quellung der Sporen, vor allem im Brunnenwasser und in Lösungen niedriger Konzentration, eingetreten wäre.

Die Versuchsreihen wurden in der Weise angestellt, daß mit Sporenmaterial, das ein und derselben Sporangienähre entstammte, Objektträgerkulturen angelegt wurden, die mit Vaseline gegen Verdunstung abgedichtet wurden. Es wurden Kulturen in Münchner

Leitungswasser hergestellt und außerdem als Kulturflüssigkeiten mit bekanntem osmotischen Druck vor allem Rohrzuckerlösungen benutzt, welche 2,5, 5,0, 7,5, 10,0, 12,5 und 15,0% Zucker enthielten.

Vor dem jeweiligen Anlegen jeder Versuchsserie wurden die kugeligen Sporen im trockenen Zustand gemessen. Dabei zeigte sich, daß die Größe des Sporen-Durchmessers eine sehr gleichmäßige ist, insofern, als von jeweils 200 gemessenen Sporen 60% überhaupt den als Mittel gefundenen Durchmesser aufwiesen. 34% aller Sporen wichen nur um 0,3—0,5 μ in ihrem Durchmesser vom errechneten Mittel ab. Bei etwa 6% der gemessenen Sporen war die Abweichung vom Mitteldurchmesser eine etwas größere, sie zeigten sich kleiner. Doch können gerade diese Sporen, die in ihrem Durchmesser mehr als 0,5 μ vom Mittel abweichen, auch in den Kulturen leicht als Ausnahmen erkannt werden, denn sie bleiben in ihrem Keimungsprozeß schon sehr früh stecken. Es kommt meist nicht einmal zur Ausbildung der ersten Teilungswand. Daraus geht hervor, daß die Variation der Größe um das Mittel sehr klein ist, so daß behauptet werden kann, daß auch jede nicht gemessene Spore praktisch den errechneten Mitteldurchmesser aufweist.

Nach Fertigstellung jeder Objektträgerkultur wurde sofort der Sporendurchmesser festgestellt, und zwar als Mittel aus Messungen von mindestens 100 Sporen. Dabei zeigten sich schon große Abweichungen in den gefundenen Zahlen. Je größer der osmotische Druck der Kulturflüssigkeit war, desto kleiner erwies sich der Sporendurchmesser. Es sei von den vielen Versuchsreihen, die alle dieselben Ergebnisse zeitigten, ein Beispiel angeführt. Die Herstellung jeder Kultur beanspruchte ungefähr dieselbe Zeit, so daß von dem Augenblicke, an dem die Sporen in Berührung mit der Kulturflüssigkeit kamen, bis zum Moment der Messung ungefähr dieselbe Zeit, einige Minuten, verstrichen. Der Durchmesser der Sporen in trockenem Zustande war 34,3 μ. Gleich nach Fertigstellung der Kulturen wurden folgende Größenverhältnisse festgestellt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Die | Sporendurchmesser | in | Brunnenwasser | | = 51,0 μ |
| „ | „ | „ | 2,5% | Rohrzuckerlösung | = 50,0 μ |
| „ | „ | „ | 5 % | „ | = 49,3 μ |
| „ | „ | „ | 7,5% | „ | = 48,5 μ |
| „ | „ | „ | 10,0% | „ | = 47,8 μ |
| „ | „ | „ | 12,5% | „ | = 47,4 μ |
| „ | „ | „ | 15 % | „ | = 47,0 μ |

Die Sporen der einzelnen Kulturen jeder Versuchsserie wurden vom Zeitpunkt der Anlage an alle Tage 3—4mal in ziemlich gleichen

Abständen gemessen, um festzustellen, ob noch eine Größenzunahme durch die Quellung eingetreten ist. Der Endpunkt derselben ist nicht ganz leicht zu ermitteln. Doch zeigt die Beobachtung, daß die Sporen, wenn sie ihre größte Ausdehnung vor dem Eintritt sichtbarer Wachstumerscheinungen, vor dem Eintritt sichtbarer innerer Veränderungen, erreicht haben, längere Zeit den Höchstdurchmesser unverändert beibehalten. Das ist das Stadium, welches ich als Ende der Sporenquellung anspreche. Später beginnt der Inhalt sich zu verändern, es tritt eine helle Zone auf, welche den Verlauf der ersten Querwand anzeigt, und die Spore büßt ihre kugelige Gestalt ein; denn der Teil der Wand, welcher die spätere Rhizoidzelle begrenzt, wölbt sich vor.

Es drängt sich nun die Frage nach den Bedingungen auf, die das Ende des Quellungsvorganges bestimmen. Man könnte sich dreierlei Möglichkeiten denken, einmal wäre der Fall denkbar, daß die quellende Spore ein festbestimmtes Volumen anzunehmen hätte, bevor die sichtbaren Wachstumsvorgänge eingeleitet werden. Diese Annahme ist unhaltbar, denn dann müßten die Sporen in sämtlichen Kulturen das gleiche Volumen am Ende der Quellung aufweisen. Das ist nicht der Fall, die Volumina sind bei der Quellung in Lösungen verschiedenen osmotischen Druckes verschieden groß.

Zweitens könnte man der Ansicht sein, daß der Sporeninhalt am Ende der Quellung einen bestimmten, stets gleichen osmotischen Druck aufweisen müßte. Auch das ist nicht anzunehmen, denn in diesem Falle müßten die Volumina am Ende der Quellung gleich groß sein, ganz gleich wie die Sporen kultiviert werden, denn in den Konzentrationsgrenzen, die im organischen Leben eine Rolle spielen, ist der osmotische Druck proportional der Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen im Lösungsmittel.

Drittens wäre denkbar, daß durch die Quellung ein bestimmtes osmotisches Gefälle der keimenden Spore zur Kulturflüssigkeit erreicht werden soll. Diese letztere Annahme soll nun im folgenden näher untersucht werden. Es wird am zweckmäßigsten sein, von den durch 3 Jahre durchgeführten Messungen und den sich daraus ergebenden Berechnungen, die alle zu den gleichen Ergebnissen führten, ein Beispiel herauszugreifen. Die zahlenmäßigen Abweichungen der Resultate in den einzelnen Versuchsserien sind durchwegs so gering, daß sie innerhalb der Fehlergrenzen liegen, die durch die Messung, die Genauigkeit der Einstellung der Konzentration der betreffenden Zuckerlösungen usw. bedingt sind. Der Durchmesser der Sporen in jeder Kultur wurde immer als Durchschnitt ermittelt, durch Messung von mindestens 100, meist 200 Sporen.

Verfolgt man nun die Quellung der *Equisetum*sporen in Kulturflüssigkeiten von verschiedenem osmotischen Druck, so sind die Volumina am Ende der Quellung verschieden. In der Versuchsserie, bezeichnet mit „Fürth i. B." (die *Equisetum*sporen wurden am Ufer des Ludwig-Donau-Main-Kanals bei Fürth i. B. gesammelt), war der Durchmesser der ruhenden Sporen mit 34,32 $\mu$ ermittelt worden, daraus ergibt sich als Radius der kugeligen Sporen 17,16 $\mu$.

Der Durchmesser der Sporen, in Münchner Leitungswasser kultiviert, hatte am Ende der Quellung den Wert von 63,2 $\mu$, also einen Radius von 31,6 $\mu$.

Sporen in 2,5 %iger Rohrzuckerlösung zeigten am Ende der Quellung einen Durchmesser von 61,4 $\mu$, also einen Radius von 30,7 $\mu$.

In 5 %iger Rohrzuckerlösung wurde als Durchmesser 55,58 $\mu$, also ein Radius von 27,7 $\mu$, und in 10 %iger Rohrzuckerlösung 48,74 $\mu$ als Durchmesser, also 24,37 $\mu$ als Radius ermittelt.

Bezeichnet man das Ausgangsvolumen der Spore, also dasjenige der ruhenden Spore, bevor sie mit dem Kulturmedium in Berührung kommt, mit V, so ergibt sich der Wert desselben als

$$V = \frac{4}{3} r^3 \pi = \frac{4}{3} 17{,}16^3 \pi = \mathbf{21165}\, \mu^3.$$

Das Volumen, das die Equisetensporen nach Beendigung der Quellung im Brunnenwasser annehmen, sei $V_B$. Der Wert ergibt sich aus

$$V_B = \frac{4}{3} 31{,}6^3 \pi = \mathbf{132170}\, \mu^3.$$

Für die Größe des Volumens bei Beendigung der Quellung in 2,5 %iger Rohrzuckerlösung erhält man

$$V_{2,5} = \frac{4}{3} 30{,}7^3 \pi = \mathbf{121200}\, \mu^3,$$

während das Volumen in 5 %iger Rohrzuckerlösung sich errechnet als

$$V_5 = \frac{4}{3} 27{,}7^3 \pi = \mathbf{70718}\, \mu^3.$$

Ebenso bekommt man das Volumen der Sporen am Ende der Quellung in 10 %iger Zuckerlösung als

$$V_{10} = \frac{4}{3} 24{,}37^3 \pi = \mathbf{60629}\, \mu^3.$$

Man kann wohl eine ruhende Spore, wenigstens um ihre osmotischen Verhältnisse mit den gequollenen Stadien vergleichen zu können, ganz allgemein auffassen als ein Gemisch von osmotisch wirksamen Substanzen, die in einem Lösungsmittel, in unserem Falle Wasser, mehr oder minder konzentriert gelöst sind. Bei den in pflanzlichen Zellen vorkommenden Lösungen handelt es sich sicher um Konzentrationen, die innerhalb jener Grenzen liegen, in welchen

der osmotische Druck in direkter Proportionalität mit der Konzentration steht. Der Gesamtdruck der Zelle wird sich zusammensetzen aus den einzelnen Partialdrucken der in Betracht kommenden gelösten Substanzen. Die Größe dieses osmotischen Gesamtdruckes der ruhenden Spore habe die Größe A.

Da nun die osmotischen Drucke von Lösungen direkt proportional sind den gelösten Mengen, wenigstens solange es sich um Lösungen geringerer Konzentration handelt, so läßt sich eine Relation zwischen dem osmotischen Druck der ruhenden Spore und dem der gequollenen aufstellen.

Die Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen, mithin auch der osmotische Druck der Sporen in den verschiedensten Zuständen, verhält sich umgekehrt wie die Größen der entsprechenden Volumina der Sporen. Dabei wird die Annahme gemacht, daß bei der Quellung nur das Lösungsmittel, also Wasser, aus der Kulturflüssigkeit in die Spore übertritt, daß auch in jenen Fällen, in denen die Sporenquellung in höher konzentrierten Rohrzuckerlösungen vor sich ging, keine nennenswerten Mengen von der osmotisch wirksamen Substanz in das Sporeninnere übergehen.

Ist der osmotische Druck der ruhenden Spore gleich A, so ist nach den vorhergehenden Überlegungen der osmotische Druck bei Beendigung der Quellung in Münchner Leitungswasser gleich

$$A \frac{V}{V_B} = A \frac{17{,}16^3}{31{,}6^3} = 0{,}16 \text{ A Atmosphären.}$$

Für das Ende der Quellung in 2,5 %iger Rohrzuckerlösung errechnet sich der osmotische Druck in der Spore auf

$$A \frac{V}{V_{2,5}} = A \frac{17{,}16^3}{30{,}7^3} = 0{,}175 \text{ A Atmosphären.}$$

Analog ergibt sich für die Kultur in 5 %iger Rohrzuckerlösung der Wert

$$A \frac{V}{V_{5,0}} = A \frac{17{,}16^3}{27{,}79^3} = 0{,}235 \text{ A Atmosphären,}$$

und endlich für die Kultur in 10 %iger Rohrzuckerlösung:

$$A \frac{V}{V_{10,0}} = A \frac{17{,}16^3}{24{,}37^3} = 0{,}349 \text{ A Atmosphären.}$$

Vergleicht man nun die sich ergebenden Drucke bei Beendigung der Quellung in den verschieden konzentrierten Rohrzuckerlösungen, so zeigt sich, daß je höher die Konzentration der Kulturflüssigkeit ist, desto höher auch der osmotische Druck bei Beendigung der Quellung in der Spore sich darstellt. In 2,5 %iger Rohrzuckerlösung hat sich der osmotische Druck der ruhenden Spore auf 0,175 A Atmosphären ermäßigt, während er in 5 %iger Rohrzuckerlösung nur

auf 0,235 A Atmosphären zurückging. Einer Erhöhung der Konzentration der Kulturflüssigkeit um 2,5 % Rohrzucker entspricht also eine Erhöhung des Druckes in der Spore am Ende der Quellung von 0,06 A Atmosphären. Vergleicht man den Enddruck in der Kultur in 5 %iger Rohrzuckerlösung mit jenem in 10 %iger Zuckerlösung, so entspricht einem Konzentrationsanstieg in der Kulturflüssigkeit um 5 % eine Erhöhung des osmotischen Druckes der Sporen um 0,114 A Atmosphären, d. h. also, daß bei der Erhöhung des osmotischen Druckes der Kulturflüssigkeit um einen bestimmten Betrag sich auch der osmotische Druck am Ende der Quellung in der Spore proportional erhöht, die Quellung schon bei einem proportional höheren Druck beendet ist. Die obigen Zahlen zeigen, daß der Erhöhung der Konzentration der Rohrzuckerlösung um 2,5 % eine Erhöhung des osmotischen Druckes am Ende der Quellung um rund 0,06 A Atmosphären entspricht, bzw. aus dem Enddruck der Kulturen in 5 %iger und 10 %iger Rohrzuckerlösung berechnet 0,114 A : 2 = 0,057 A Atmosphären ergibt, 2 Zahlen, welche, wenn die Fehlerquellen berücksichtigt werden, als übereinstimmend anzusehen sind. Im Mittel also

$$\frac{0.06 + 0{,}114}{3}\,A = \frac{0{,}174}{3}\,A = 0{,}058\ A\ \text{Atmosphären.}$$

Damit liegt der Schluß nahe, daß das osmotische Gefälle zwischen Sporen und dem umgebenden Medium am Schlusse des Quellungsvorgangs immer das gleiche ist. Jeder Konzentrationserhöhung der Kulturflüssigkeit entspricht eine Beendigung der Quellung bei einem entsprechend noch höheren osmotischen Druck der Spore. Damit wäre auch die Möglichkeit gegeben, den osmotischen Druck A der ruhenden Spore zu berechnen, woraus sich auch der Wert des osmotischen Gefälles zwischen Spore am Ende des Quellungsvorganges und Kulturflüssigkeit ergeben würde.

Eine 5 %ige Rohrzuckerlösung hat einen osmotischen Druck von 3,6 Atmosphären, eine 10 %ige einen Druck von 7,2 Atmosphären. Der osmotische Druck A der ruhenden Spore wird im ersten Falle auf 0,235 A Atmosphären ermäßigt, im letzteren ist die Quellung schon bei 0,349 A Atmosphären beendigt. Der Erhöhung des osmotischen Druckes des Kulturmediums um 3,6 Atmosphären entspricht in der Spore eine Druckerhöhung um 0,114 A Atmosphären. Es ist also

$$0{,}114\,A = 3{,}6\ \text{Atmosphären,}$$
$$A = 3{,}6 : 0{,}114 = 31{,}6\ \text{Atmosphären.}$$

Der osmotische Druck der ruhenden Spore würde sich also mit 31,6 Atmosphären errechnen.

Nimmt man zur Berechnung die Resultate der Kulturen in 2,5 %iger und 5 %iger Zuckerlösung, so gestaltet sie sich folgendermaßen:

Der osmotische Druck einer 2,5 %igen Rohrzuckerlösung ist 1,8 Atmosphären, der einer 5 %igen 3,6 Atmosphären. Das Ende der Sporenquellung ist in der 1. Lösung bei 0,175 A Atmosphären erreicht, in der 2. schon bei 0,235 A Atmosphären.

Einer Druckerhöhung der Kulturflüssigkeit um 1,8 Atmosphären entspricht eine Erhöhung des osmotischen Druckes in der Spore am Ende der Quellung um

$$0{,}235\,A - 0{,}175\,A = 0{,}06\,A \text{ Atmosphären},$$
$$0{,}06\,A = 1{,}8,$$
$$A = 1{,}8 : 0{,}06 = 30 \text{ Atmosphären}.$$

Hier also wäre der osmotische Druck der ruhenden Spore gleich 30 Atmosphären. Die beiden Resultate stimmen soweit miteinander überein, als es die unvermeidlichen Fehlerquellen, die in der Grenze der Genauigkeit der Messung, der Genauigkeit der Einstellung der Konzentration der Kulturflüssigkeiten usw. zu suchen sind, zulassen.

Nun kann auch das osmotische Gefälle zwischen der gequollenen Spore und der Kulturflüssigkeit errechnet werden. Es seien die Verhältnisse zugrunde gelegt, wie sie bei der Kultur in 5 %iger Zuckerlösung vorliegen. Dabei ist der Druck des Außenmediums 3,6 Atmosphären, jener der Sporen am Schluß der Quellung 0,235 A Atmosphären. Da A mit 30 Atmosphären gefunden wurde, so ist der osmotische Quellungsenddruck der Spore

$$0{,}235 \cdot 30 = 7{,}05 \text{ Atmosphären}.$$

Das osmotische Gefälle wäre also $7{,}05 - 3{,}6 = \mathbf{3{,}45}$ Atmosphären.

Bei der Kultur in 2,5 %iger Rohrzuckerlösung erhält man analog

$$0{,}175\,A = 0{,}175 \cdot 30 = 5{,}25 \text{ Atmosphären Sporendruck},$$

also ein osmotisches Gefälle von $5{,}25 - 1{,}8 = \mathbf{3{,}45}$ Atmosphären.

Bei der Kultur in 10 %iger Rohrzuckerlösung ergibt sich

$$0{,}349\,A = 0{,}349 \cdot 30 = 10{,}47 \text{ Atmosphären Innendruck}.$$

Das osmotische Gefälle ist also $10{,}47 - 7{,}2 = \mathbf{3{,}27}$ Atmosphären.

Zusammenfassend können die Ergebnisse folgendermaßen formuliert werden. Je höher die Konzentration der Kulturflüssigkeit, mithin auch ihr osmotischer Druck, ansteigt, um so kleiner ist die Volumenzunahme der Spore durch die Quellung.

Die Quellung geht solange weiter, bis der osmotische Druck der ruhenden Spore sich soweit vermindert hat, daß in den Kulturen in Lösungen verschiedenen osmotischen Druckes das osmotische Ge-

fälle von gequollener Spore zur Kulturflüssigkeit immer ein und denselben Wert aufweist. Für die Sporen von *Equisetum arvense* wurde das osmotische Gefälle bei Beendigung der Quellung in der Kultur mit Lösungen von verschiedenem osmotischen Druck in jedem Falle mit rd. 3,5 Atmosphären bestimmt.

---

## 45. R. W. Kolbe und E. Tiegs: Zur mesohaloben Diatomeenflora des Werragebietes.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit Tafel VII und 2 Abbildungen im Text.)

(Aus der Biologischen Abteilung der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.)

(Eingegangen am 27. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung.)

---

Bei Untersuchungen im Flußgebiet der Werra von Salzungen bis Hann.-Münden wurde die Beziehung des Salzgehalts der Gewässer zu ihrer Diatomeenflora studiert.

Die Werra unterscheidet sich in ihrem Oberlauf in keiner Weise von der Mehrzahl starkströmender Mittelgebirgsflüsse und führt ein relativ reines, salzarmes Wasser. Unterhalb von Salzungen nimmt sie eine große Anzahl salzhaltiger Zuflüsse auf, die teils aus natürlichen Salzstellen, teils von der Kaliindustrie stammen. Besonders verwickelt werden die biologischen Verhältnisse dadurch, daß der Salzgehalt des Flusses, insbesondere durch die Schwankungen seiner Wasserführung, im Laufe des Jahres sich stark ändert. So ist der Salzgehalt während des Frühlings-Hochwassers wesentlich geringer als im Sommer z. Zt. des niedrigen Wassers.

Nachstehende, von der Chemischen Abteilung der oben genannten Landesanstalt freundlichst zur Verfügung gestellte Analysen veranschaulichen diese Verhältnisse (vgl. Chem. Tabelle Nr. 1—4).

Die salzführenden Nebengewässer haben ganz verschiedene, doch im Laufe des Jahres meist gleichbleibende Salzkonzentrationen, die — je nach dem Charakter des Gewässers — etwa zwischen 560 und 19 440 mg/l Cl schwanken. Teils sind diese Gewässer abgeschlossen, teils sind sie mit der Werra direkt verbunden. Ihrer Natur nach sind diese Gewässer Seen und Teiche (Erlensee, Breitunger See), Salzquellen (Fackenröder Quelle, Gottschalksquelle, Kreutzburger Quellen, Sendigquelle), Abflußgräben (Solgraben bei Kreutzburg, Abfluß der Saline Salzungen, Solgraben bei Sooden), salzhaltige Altwässer (Toter Arm bei Winters-

## Chemische Tabelle.

| Nr. | Bezeichnung der Probe | Zeit der Entnahme | | Temperatur bei der Entnahme | | Wasserführung | Reaktion gegen Lackmus | In 1 Liter des unfiltrierten Wassers sind enthalten mg | | | | | | Gesamthärte | Bleibende Härte | Elektrische Leitfähigkeit K. 18 10⁶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tag | Stunde | des Wassers | der Luft | | | Chlor gebunden (Cl) | Schwefelsäure gebunden ($SO_3$) | Sauerstoff bei der Entnahme | Sauerstoff nach 48stünd. Bebrütung bei 22° C | Kalk CaO | Magnesia (MgO) | Deutsche Grade | Deutsche Grade | |
| 1 | Werra bei Salzungen | 5. 7. 1928 | — | 17.6 | 22 | — | alk. pH 7,64 | 30 | 50 | 7,7 | 4,5 | 77 | 20 | 10,6 | 3,0 | — |
| 2 | Werra bei Salzungen | 30. 8. 1928 | — | 15 | 16 | — | alk. pH 7,98 | 128 | — | 8,1 | 7,5 | 84 | 33 | 13,1 | 5,6 | — |
| 3 | Werra bei Eschwege | 28. 4. 1927 | 9.20 | 7,8 | 7,2 | 102 m³/sec. | alk. pH 7,35 | 512 | 127 | 10,8 | 9,8 | 76 | 94 | 20,8 | 13,8 | 1 847 |
| 4 | Werra bei Eschwege | 30. 8. 1928 | 16.15 | 15,5 | 16,5 | 15 m³/sec. | alk. pH 8,11 | 2 251 | — | 13,9 | — | 145 | 210 | 44,0 | 33,4 | — |
| 5 | Teich an der Fackenröder Quelle | 26. 4. 1927 | 12.45 | 8,3 | 8,5 | — | schwach sauer pH 5,82 | 4 200 | 773 | — | — | 777 | 323 | 122,9 | 122,1 | 10 330 |
| 6 | Kieseritteich in Wintershall | 27. 4. 1927 | 10.0 | 8,3 | 8 | — | alk. pH 7,5 | 19 440 | 1457 | — | — | 126 | 1567 | 232,0 | 225,3 | 32 977 |
| 7 | Toter Arm bei Wintershall | 14. 7. 1927 | 17.0 | — | — | — | alk. pH 7,24 | 6 400 | 939 | 1,6 | 2,6 | 171 | 1484 | 224,9 | 216,5 | 19 886 |
| 8 | Solgraben bei Soden | 28. 4. 1927 | 11.10 | 8,3 | 7,2 | — | alk. pH 7,35 | 560 | 173 | — | — | 106 | 80 | 21,8 | 14,0 | 2 011 |

hall) und Solteiche mit ± hochkonzentrierter „Endlauge" der Kaliwerke (z. B. Kieseritteich bei Wintershall). Als Beispiele für den verschiedenen Charakter der Gewässer mögen einige Analysen herausgegriffen werden (vgl. Chem. Tabelle Nr. 5—7).

Die salzarmen Gewässer des Gebiets sind Seen, Teiche, Bäche, Flüsse, Quellen, Gräben, Altwässer und schließlich der benachbarte Abschnitt der Fulda; alle diese Gewässer führen nur geringe Salzmengen und unterscheiden sich weder in ihrem Chemismus, noch in ihrer Lebewelt von gewöhnlichen ± eutrophen Gewässern der Ebene.

Dagegen ist die Diatomeenflora der salzführenden Gewässer des Gebiets durch die Gegenwart einer größeren Zahl typischer Salzwasserformen gekennzeichnet. Daß Salzgewässer des Binnenlandes eine charakteristische, nur ihnen und brackischen Meeresteilen eigene Diatomeenflora aufweisen, ist bekannt; es ist auch in neuerer Zeit wiederholt der Nachweis erbracht worden, daß die Besiedlung neuentstehender Salzstellen verhältnismäßig schnell erfolgt — jedenfalls innerhalb weniger Jahre oder Jahrzehnte. Ein solcher Fall liegt sicher auch im Werragebiet vor: die Entstehung der meisten salzführenden Gewässer — insbesondere die Versalzung der Werra selbst — hängt mehr oder minder unmittelbar mit der Entwicklung der Kaliindustrie (seit rd. 20 Jahren) zusammen. Nur wenige der untersuchten Salzgewässer dürften seit längerer Zeit bestehen und von den Abwässern und Nebenprodukten der Kaliindustrie unbeeinflußt sein, wie z. B. der Erlensee, die Fackenröder und Kreutzburger Quellen, die auch ausgesprochen eigene Züge in der Zusammensetzung ihrer Diatomeenflora aufweisen.

Die Beobachtung, daß viele Diatomeenarten an bestimmte Salzkonzentrationen ihrer Standorte gebunden sind, hat dazu geführt, daß man der Frage nach dem Zusammenhang zwischen Salzgehalt und Diatomeenflora größere Aufmerksamkeit schenkte. In neuerer Zeit wurden Vorschläge gemacht (HEIDEN 1902, REDECKE 1922, KOLBE 1927, KRASSKE 1927, SCHULZ 1928; die beiden letzten Autoren schlossen sich den Ausführungen KOLBEs an, prüften und erweiterten sie), die Abhängigkeit der einzelnen Diatomeenarten von bestimmten — für diese Arten ziemlich scharf begrenzten — Salzkonzentrationen durch Schaffung ökologischer Gruppen festzulegen und die Zugehörigkeit der einzelnen Formen zur einen oder anderen Gruppe zu bestimmen. Das Halobiensystem KOLBEs, das wir unseren Ausführungen zugrunde legen, gliedert die Diatomeen in

Euhalobien, d. h. Formen, die in Gewässern mit einem Salzgehalt von etwa 30—40 ‰, also in den Meeren, leben;

Mesohalobien, die Brackgewässer von etwa 5—20 ‰ Salzgehalt bewohnen und

Oligohalobien, d. h. solche Formen, die in darunterliegenden Konzentrationen ihre Hauptverbreitung haben; diese Arten bevölkern das Süßwasser.

Die letztere Gruppe wird unterteilt in

halophile Formen, d. h. solche, die zwar dem Süßwasser angehören, durch geringe Salzmengen ihres Standortes aber zu reicher Massenentwicklung stimuliert werden können,

indifferente und

halophobe Arten; die beiden letzten Gruppen kommen für unsere Ausführungen nicht in Betracht.

Durch Änderung der Umweltsverhältnisse, z. B. des Salzgehaltes eines Gewässers, tritt auch eine Änderung in der Zusammensetzung der Diatomeenflora ein, die ihrerseits wieder Schlüsse auf die Höhe des Salzgehaltes des Gewässers zuläßt. Diatomeen können — nach KOLBE 1927 — als Indikatoren für den Salzgehalt eines Gewässers bezeichnet werden.

Im Werragebiet sind — wie die chemischen Analysen zeigen — z. Zt. die Standortsverhältnisse vieler Gewässer derart beschaffen, daß halophile Oligohalobien und Mesohalobien sich ohne weiteres ansiedeln könnten. Wenn die theoretischen Voraussetzungen stimmen, so durfte man a priori auf die Anwesenheit dieser Formen rechnen. Die nachstehende Tabelle zeigt in der Tat, daß die salzführenden Gewässer des Gebiets von einer ziemlich reichhaltigen mesohaloben Diatomeenflora besiedelt sind, daß ferner einige halophile Arten nicht fehlen und sogar einige euhalobe Meeresformen vorhanden sind.

In der Tabelle sind auch einige Formen angeführt, die von KRASSKE (1927) an einigen von uns nicht untersuchten Standorten des Gebiets beobachtet wurden. Sehr wahrscheinlich gehören ferner zu den mesohaloben Kieselalgen die nachstehenden von KRASSKE (1927) im Gebiet gefundenen und beschriebenen neuen Arten bzw. Varietäten:

*Navicula Creuzburgensis,*
*Navicula Soodensis,*
*Nitzschia Gandersheimiensis,*
*Achnanthes Grimmei* var. *inflata,*
*Achnanthes Grimmei* var. *elliptica.*

| | Salzführende Gewässer | | | Salzarme Gewässer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Werra, Unterlauf | Seen, Altwässer, Quellen, Gräben | Solteiche und deren Abflüsse | Werra, Oberlauf | Seen, Altwässer, Quellen, Gräben | Fulda |
| **Euhalobe Formen:** | | | | | | |
| *Cocconeis scutellum* Ehr. | | + | | | | |
| *Navicula elegans* W. Sm. | | ● | | | | |
| *Surirella striatula* Turp. | | + | | | | |
| **Mesohalobe Formen:** | | | | | | |
| *Achnanthidium brevipes* et var. *intermedia* (Ktz.) Cl. | + | + | | | | |
| *Amphiprora paludosa* W. Sm. | ● | + | | | | |
| *Amphora coffaeiformis* (Ag.) Cl. | + | ● | ● | | | |
| *Amphora commutata* Gr. | | ● | | | | |
| *Anomoeoneis sculpta* (Ehr.) Cl. | | + | | | | |
| *Bacillaria paradoxa* (Gmel.) Gr. | | + | | | | |
| *Caloneis amphisbaena* (Bory.) Cl. | + | + | | | | |
| *Chaetoceros subsalsum* Lemm. | | + | | | | |
| *Diploneis interrupta* (Ktz.) Cl. | | + | | | | |
| *Mastogloia elliptica* var. *Dansei* (Thw.) Cl. | | + | | | | |
| *Navicula gregaria* Donk. | | | ● | | | |
| „ „ var. *thurholmensis* (Dannf.) Cl. | | | + | | | |
| „ *halophila* (Gr.) Cl. | | + | | | | |
| „ „ var. *minor* Kolb. | | | | | + | |
| „ *integra* W. Sm. | | + | | | | |
| „ *Lundstroemii* Gr. | + | | | | | |
| „ *peregrina* (Ehr.) Ktz. | | + | | | | |
| „ *pygmaea* Ktz. | | ● | | | | |
| „ *salinarum* Gr. | + | ● | | | | |
| „ „ f. *minima* | | + | | | | |
| *Nitzschia apiculata* (Greg.) Gr. | + | + | + | | | |
| „ *bilobata* W. Sm. | + | | | | | |
| „ *closterium* W. Sm. | | + | | | | |
| „ *commutata* Gr. | + | + | | | | |
| „ *hungarica* Gr. | + | ● | + | | | |
| „ „ var. *linearis* W. Sm. | + | ● | | | | |
| „ *obtusa* W. Sm. | | + | | | | |
| „ „ var. *scalpelliformis* Gr. | | ● | | | | |
| „ *sigma* W. Sm. | + | + | | | | |
| „ „ var. *rigidula* Gr. | + | + | | + | | |

**Zeichenerklärung:** + = vorhanden, ● = häufig.

| | Salzführende Gewässer | | | Salzarme Gewässer | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Werra, Unterlauf | Seen, Altwässer, Quellen, Gräben | Solteiche und deren Abflüsse | Werra, Oberlauf | Seen, Altwässer, Quellen, Gräben | Fulda |
| *Nitzschia tryblionella* (Hantzsch.) Gr. | + | + | | | | |
| „ „ var. *levidensis* (W. Sm.) Gr. | | + | | | | |
| „ *vitrea* Norm. | | + | | | | |
| *Rhopalodia musculus* (Ktz.) O. M. | | + | | | | |
| *Stauroneis salina* W. Sm. | | + | | | | |
| *Surirella ovalis* var. *maxima* Gr. | | + | | | | |
| *Synedra affinis* Ktz. | | + | | | | |
| „ *pulchella* Ktz. | + | + | | | | |
| *Thalassiosira fluviatilis* Hust. | ● | ● | | | | |
| **Halophile Formen:** | | | | | | |
| *Cyclotella Meneghiniana* Ktz. | + | ● | | + | | |
| *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Cl. | + | ● | | | | |
| *Gomphonema parvulum* (Ktz.) Gr. | + | + | | | | + |
| *Navicula cincta* (Ehr.) Gr. | | ● | | | | |
| „ *hungarica* Gr. | | + | | | | |
| „ „ var. *capitata* (Ehr.) Cl. | + | + | | | | + |
| „ „ var. *linearis* Ostr. | + | | | | | |
| „ *pusilla* W. Sm. | | + | | | | |
| „ *rhynchocephala* Ktz. | + | + | | | | |
| „ *viridula* var. *slesvicensis* (Gr.) Cl. | | + | | | | |
| *Nitzschia inconspicua* Gr. | | + | + | | | |
| „ *microcephala* Gr. | | + | | | | |
| „ *recta* Hantzsch. | | ● | | | | |
| **Nach KRASSKE (1927):** | | | | | | |
| *Amphipleura rutilans* (Trentep.) Cl. | | + | | | | |
| *Navicula cryptocephala* var. *subsalina* Hust. | | + | | | | |
| „ *longirostris* Hust. | | + | | | | |
| *Nitzschia epithemioides* Gr. | | + | | | | |
| *Campylodiscus clypeus* Ehr. | | + | | | | |
| **Nach SCHOENFELDT (1907):** | | | | | | |
| *Navicula crucigera* (W. Sm.) Cl. | | + | | | | |
| „ *spicula* (Hickie.) Cl. | | + | | | | |

Zeichenerklärung: + = vorhanden, ● = häufig.

Da sie im Gebiet aber überhaupt zum ersten Male gefunden wurden und ihr ökologisches Verhalten noch nicht sicher gestellt ist, wurden sie nicht in die Liste aufgenommen.

Die Tabelle lehrt, daß nur etwa ein Drittel der Eu- und Mesohalobien, die die Nebengewässer bewohnen, auch im Unterlauf der Werra lebt (16 von 49 Formen). Dies hängt unzweifelhaft mit den eigenartigen, anfangs geschilderten Standortsverhältnissen des Flusses zusammen. Nur wenige Formen dürften den jahreszeitlichen Konzentrationswechsel vertragen, und wir möchten annehmen, daß selbst die meisten in der Werra gefundenen Mesohalobien zwar ständig aus den benachbarten Gewässern mit konstanteren Lebensbedingungen in den Fluß kommen, dort aber nur zu gewissen Zeiten ± epidemisch zur Entwicklung gelangen.

Beachtenswert ist ferner, daß, mit Ausnahme der halophilen Oligohalobien (die ja naturgemäß im Süßwasser leben), nur ganz ausnahmsweise und vielleicht zufällig Mesohalobien in den salzarmen Gewässern des Gebiets gefunden wurden.

Unter den in der Tabelle verzeichneten Formen befinden sich solche, die nach eigenen Erfahrungen und den Angaben einiger Forscher (z. B. KRASSKE 1927) als die ersten Pioniere bei der Besiedlung von Salzstellen gelten dürfen. Es sind dies in erster Linie: *Achnanthidium brevipes* var. *intermedia*, *Amphiprora paludosa*, *Amphora coffaeiformis*, *Bacillaria paradoxa*, *Navicula pygmaea*, *Navicula salinarum*, *Nitzschia apiculata*, *Nitzschia hungarica*, *Nitzschia sigma* var. *rigidula*, *Synedra affinis*, *Synedra pulchella* (Abb. s. Taf. VII). Diese Formen treten in salzigen Gewässern des Binnenlandes mit einer derartigen Regelmäßigkeit auf, daß man sie wohl als konstante Arten einer binnenländischen Brackwasserassoziation ansprechen darf, die wir als *Amphiprora paludosa-Synedra pulchella*-Assoziation bezeichnen. Konstanz und Gesellschaftstreue aller erwähnten 11 Arten sind bemerkenswert; dagegen ist es schwer, die für die Assoziation charakteristischsten Arten herauszugreifen, da ihre Frequenz je nach den Standorten wechselt. Die *Amphiprora paludosa-Synedra pulchella*-Assoziation dürfte wahrscheinlich in einigen Fazies zu gliedern sein, worauf in einer späteren Arbeit noch näher eingegangen werden soll, in der auch die hier vorgeschlagene Assoziation näher begründet werden wird.

Die konstanten Arten der *Amphiprora paludosa-Synedra pulchella*-Assoziation fehlen natürlich nicht in brackischen Meeresteilen, aus denen sie wahrscheinlich überhaupt stammen. Doch treten sie an diesen Standorten sehr zurück gegenüber einer ganzen Reihe anderer im Binnenlande fehlender Formen. Die durch den Über-

landtransport und die eigenartigen Standortsverhältnisse der binnenländischen Salzstellen bedingte Begrenzung auf nur wenige besonders angepaßte konstante Arten bewirkt das soziologisch recht feste Gefüge der *Amphiprora paludosa-Synedra pulchella*-Assoziation.

## Spezielle Bemerkungen.

Interessant ist die Gegenwart der Meeresformen: *Amphipleura rutilans, Campylodiscus clypeus, Cocconeis scutellum, Diploneis interrupta, Navicula elegans, Surirella striatula* im Gebiet. Obgleich sie allgemein in Meeresteilen mit höherem Salzgehalt leben, sind sie als euryhalin anzusprechen und können sich auch an niedrigere Salzkonzentrationen anpassen, wie dies ihre Standorte im Gebiet und an anderen Salzstellen des Binnenlandes beweisen. Während *Cocconeis scutellum* nur ganz vereinzelt gefunden wurde, waren *Diploneis interrupta* und *Surirella striatula* an zwei Standorten (Erlensee und Toter Arm bei Wintershall) nicht selten anzutreffen. *Navicula elegans*, die an den Meeresküsten zwar regelmäßig, aber verhältnismäßig selten auftritt, war dagegen in der Fackenröder Quelle eine der häufigsten Formen. Einen ähnlichen Fall des häufigen Vorkommens dieser seltenen Meeresform in einer Salzstelle des Binnenlandes meldete bereits HUSTEDT (1925). Diese eigenartige Erscheinung läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß eine meso- oder euhalobe Form bei ihrer Ansiedlung in einem salzhaltigen Binnengewässer eine bereits geschwächte, im Absterben begriffene oligohalobe Diatomeenflora vorfindet, dagegen noch keine oder wenige Konkurrenten aus ihrer eigenen Halobiengruppe. Dieses Fehlen von Konkurrenten veranlaßt eine Massenentwicklung, wie sie an den ursprünglichen Standorten nicht möglich ist.

Interessant ist das Verhalten von *Navicula hungarica* im Gebiet. HUSTEDT (1925) vermutete, daß die typische Form vorwiegend das Brackwasser bewohnt, während var. *capitata* das Süßwasser bevorzugt; KOLBE (1927) konnte diese Beobachtung nicht bestätigen. Im Werragebiet sind beide Formen ziemlich häufig neben *Navicula hungarica* var. *linearis*; während die ersten beiden Formen hier salzführende wie salzfreie Gewässer bewohnen, ist var. *linearis* ausschließlich auf versalzene Standorte beschränkt.

*Navicula gregaria* und var. *thurholmensis* kommen in ungeheurer Menge in den Kieseritteichen bei Wintershall vor. Dieses und ähnliche Gewässer von hoher Salzkonzentration (und z. T. eigenartiger chemischer Zusammensetzung) beherbergen eine merkwürdige artenarme, aber individuenreiche Diatomeenflora, für die

vielleicht die Schaffung einer eigenen polyhaloben Gruppe nach dem Vorschlag KRASSKEs (1927) gerechtfertigt ist.

*Thalassiosira fluviatilis.* Diese von HUSTEDT (1925) in der Werra gefundene[1]) und beschriebene Art beansprucht das größte Interesse, da sie eine der Ursachen der „Werra-Wasserblüte" ist. Zu gewissen Zeiten im Sommer treten plötzlich auf der Oberfläche der unteren Werra und Weser kleine Flocken eines leicht klebrigen Schaums auf. Die Flocken vergrößern sich, insbesondere durch Verkleben, werden zahlreicher und bilden vor Wehren, Überläufen in stillen Buchten und dergl. zusammenhängende schlüpfrige Schaummassen von gelblich-bräunlicher Farbe, die sich bald zersetzen und hierbei einen leichten fischig-tranigen Geruch verbreiten. Ebenso schnell, wie die Erscheinung auftritt, verschwindet sie auch wieder, wiederholt sich aber im Laufe eines Sommers gewöhnlich einige Male.

Daß die Werra-Wasserblüte mit einer Massenentwicklung von *Thalassiosira fluviatilis* zeitlich zusammenfällt, haben schon HUSTEDT (1925) und BUDDE (1927) gezeigt. Nach unseren Erfahrungen, die an anderer Stelle niedergelegt werden, ist diese Diatomee zwar nicht die alleinige Ursache der Werra-Wasserblüte, spielt aber eine wichtige Rolle bei der Bildung der Schaumflocken. *Thalassiosira fluviatilis* scheidet, wie viele Vertreter ihrer Gattung, Gallerte aus zahlreichen Schleimporen ihrer Schalen aus. Es scheint, daß die Schleimabsonderung zu bestimmten Zeiten besonders reichlich erfolgt; entsprechend ihrer anatomischen Struktur scheidet *Th. fl.* zahlreiche dünne und lange Gallertfäden aus den zentral und peripher gelegenen Poren aus, so daß sie von einem Kranz fein verteilten Schleims umgeben wird (siehe Abb. 1). Bei stärkerer Wasserbewegung verkleben nun die Gallertfäden der hauptsächlich einzeln lebenden Individuen miteinander zu kleinen Klumpen. Die feinverteilte Gallerte solcher Aggregate hält die bei der Assimilation entstehenden $O_2$-Blasen zurück, die sich zwischen den Schleimfäden verfangen und den Klumpen einen Auftrieb verleihen. Begünstigt wird die Bildung und die Dauer der Sauerstoffblasen durch die zur Zeit der Blüte herrschende hohe Temperatur des Wassers, die die Löslichkeit für den Sauerstoff herabsetzt. Die an die Oberfläche des Flusses emporgestiegenen *Thalassiosira*-Klumpen vereinigen sich vor den Wehren (an denen sie gewissermaßen „zusammengeschoben" werden) und in stillen, stromlosen

---

1) HUSTEDTs Befund können wir insofern bestätigen, als wir die Form im gleichen Jahr (1925) vor seiner Beschreibung in der Werra antrafen.

Flußteilen zu größeren lockeren Schaummassen, die die einzelnen *Thalassiosira*-Individuen über die Wasseroberfläche emporheben. Hier werden sie einer intensiven Insolation ausgesetzt (wobei auch Schleim und $O_2$-Blasen als schlechte Wärmeleiter fungieren); als Folge davon setzt ein Massenabsterben ein und die Schaummassen nehmen die geschilderte Färbung und den fischig-tranigen Geruch an.

Bemerkenswert ist, daß die Individuenzahl der *Thalassiosira fluviatilis* während der Werra-Wasserblüte nicht auffallend hoch ist — jedenfalls lange nicht so hoch, wie die anderer Algen bei

Abb. 1. *Thalassiosira fluviatilis* Hust. Vergr. 1000 : 1. Gürtelbandansicht (Gallertfäden mit Methylviolett gefärbt, Zellinhalt weggelassen). (Original.)

manchen Wasserblüten, die keinerlei Belästigungen hervorrufen. In erster Linie ist nach den bisherigen Erfahrungen die Gallertabsonderung der *Th. fl.* in Verbindung mit Wasserbewegung, hohem $O_2$-Gehalt und erhöhter Temperatur des Wassers für die Erscheinung verantwortlich zu machen. Nach unseren bisherigen Ermittlungen konnte weder eine auffallende Alkalinität des Werrawassers, noch ein Sauerstoffschwund, wie er von anderer Seite vermutet wurde, während der Werra-Wasserblüte beobachtet werden. Vielmehr wurde sogar eine Übersättigung des Werrawassers mit Sauerstoff festgestellt. Bisher ist es uns noch nicht möglich gewesen, die ersten Anfänge des Beginns einer Werra-Wasserblüte zu beobachten.

Es sei noch eine zweite Art aus der Werra erwähnt, über deren systematische Stellung wir uns noch keine Klarheit verschaffen konnten:

*Thalassiosira sp.* (*Thalassiosira nana* Lohmann?). Die Art gehört zu den kleinsten Diatomeen überhaupt und muß infolge der Kleinheit vorwiegend durch „negative“ Kennzeichen definiert werden.

Die Art ist einzellebend; eine Kettenbildung konnten wir in keinem Falle beobachten und nur ganz vereinzelt hingen zwei Individuen locker zusammen, ohne daß sich die Natur des Zusammenschlusses nachweisen ließ.

Die kreisrunde Schale (Abb. 2) läßt an ihrer Peripherie 8—10 (sehr konstant 9) kleinste Pünktchen erkennen. In der Gürtelbandansicht sind sie nicht sichtbar, so daß sich über ihre Natur nichts Näheres aussagen läßt; es dürfte sich wohl um kleinste Stacheln (Zähnchen)

Abb. 2. *Thalassiosira* sp. (*Thalassiosira nana* Lohm.?) Vergr. 2000 : 1. a Schale nach Glühpräparat, in Luft. b, c Schalenansicht nach fixiertem und mit Hämalaun gefärbtem Präparat. d Gürtelbandansicht, Behandlung wie vor. (Original.)

handeln. Im übrigen zeigt die Schale — auch bei Einschluß in Luft oder Realgar — keinerlei Struktur. Der Durchmesser der Schale schwankt zwischen 3,5 und 5 $\mu$. Zwischenbänder konnten nicht beobachtet werden. Chromatophoren regelmäßig 2, häufig $\pm$ gelappt; stets liegt je ein Chromatophor einer Schale an. Zwischen den Chromatophoren liegt exzentrisch der sehr kleine Zellkern. Diese Einzelheiten lassen sich an fixierten und mit Hämalaun gefärbten Präparaten recht gut erkennen.

Die Form tritt in der unteren Werra zuweilen in solchen Massen auf, daß sie das Wasser gelblich verfärbt; eine Flocken- oder Schaumbildung ähnlich *Thalassiosira fluviatilis* ruft sie aber nicht hervor.

Möglicherweise ist die Form mit der von LOHMANN (1908) aus der Ostsee beschriebenen *Thalassiosira nana* identisch; gegen-

über der kurzen Diagnose LOHMANNs weicht unsere Form in zwei wesentlichen Punkten ab:

1. das von LOHMANN beobachtete periphere „Loch" (Prozeß) war hier nicht nachzuweisen, dagegen die von LOHMANN nicht erwähnten Randstacheln;
2. unsere Form besitzt regelmäßig 2 Chromatophoren (gegenüber 4 bei *Th. nana*).

Durch weitere Untersuchungen wären diese Differenzen noch zu klären.

Von den kleinsten Formen von *Stephanodiscus pusillus* unterscheidet sich unsere Form durch das absolute Fehlen der charakteristischen Radialstruktur. Ihre Zugehörigkeit zur Gattung *Thalassiosira* ist allerdings auch noch nicht ganz sicher, da sich durch das völlige Fehlen von Gattungsmerkmalen vorläufig nichts entscheidendes sagen läßt.

Bei den Untersuchungen wurden wir von den für das Flußgebiet der Werra zuständigen Behördenvertretern, insbesondere jedoch von Herrn Dr. F. SEIFERT, dem Leiter der Flußwasserüberwachungsstelle in Gerstungen, unterstützt, wofür wir ihnen allen unsern Dank aussprechen.

---

### Zitierte Literatur.

ALTEN, H. v. Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern etc. 1, 2, 3. 1913—15.

BUDDE, E. Eine Wasserblüte der Weser. Archiv für Hydrobiologie XVIII. 1927.

HEIDEN, H. Die Diatomeen aus den postglazialen Ablagerungen etc. Mitteilungen a. d. Großherzogl. Mecklenb. Geolog. Landesanstalt Bd. 14. 1902.

HUSTEDT, FR. Bacillariales aus den Salzgewässern bei Oldesloe in Holstein. Mitteilungen d. Geogr. Ges. u. Naturhistor. Museums Lübeck. II. Reihe. 1925.

—, —. *Thalassiosira fluviatilis* nov. sp., eine neue Wasserblüte im Wesergebiet. Berichte d. Deutsch Bot. Ges. XLIII. 1925.

KOLBE, R. W. Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Pflanzenforschung, Heft 7. 1927.

KRASSKE, G. Diatomeen deutscher Solquellen und Gradierwerke. Archiv für Hydrobiologie XVIII. 1927.

LOHMANN, H. Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wissenschaftl Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Bd. 10. 1908.

REDECKE, H. C. Zur Biologie der niederländischen Brackwassertypen. Bijdr. Dierk. Kon. Zoöl. Genootsch. 1922.

SCHOENFELDT, H. v. Diatomaceae Germaniae. Berlin 1907.

Schulz, P. Süß- und Brackwasserdiatomeen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pommerellen. 50. Bericht des Westpreuß. Bot.-Zool. Ver. 1928.

---

Figurenerklärung der Tafel VII.

Fig. 1. *Synedra pulchella* Ktz. Vergr. 800 : 1.
Fig. 2. *Navicula pygmaea* Ktz. Vergr. 1075 : 1.
Fig. 3. *Achnanthidium brevipes* var. *intermedia* (Ktz.) Cl. Unterschale. Vergr. 1075 : 1.
Fig. 4. *Amphora coffaeiformis* (Ag.) Cl. Einzelschale. Vergr. 1075 : 1.
Fig. 5 *Nitzschia hungarica* Gr. Vergr. 1075 : 1.
Fig 6. *Amphiprora paludosa* W. Sm. Vergr. 800 : 1.
Fig. 7. *Bacillaria paradoxa* (Gmel.) Gr. Vergr. 800 : 1.
Fig. 8. *Synedra affinis* Ktz. Vergr. 800 : 1.
Fig. 9. *Navicula salinarum* Gr. Vergr. 1075 : 1.
Fig. 10. *Nitzschia apiculata* (Greg.) Gr. Vergr. 1075 : 1.
Fig. 11. *Nitzschia sigma* var. *rigidula* Gr. Vergr. 1075 : 1.

Die Figuren 1, 6, 7 und 8 sind mit Zeiss Apochr. 4 mm, Zeiss Kompens. Ok. 8, Lifa Lichtfilter blau # 360, Perutz Silbereosinplatte; die Figuren 2, 3, 4, 5, 9, 10 und 11 mit Zeiss Apochr. 2 mm (homog. Immers.), Leitz Kompens. Okul. 6, Lifa Lichtfilter blau # 360, Perutz Silbereosinplatte aufgenommen worden.

---

# 46. E. Kuhn: Die Beziehung der Chromocentren zur Chromosomenbildung.

(Mit 7 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 27. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung)

---

Während im allgemeinen die Chromosomen in der Prophase als feine, langgestreckte Fäden entstehen und eine allmähliche Kontraktion erfahren, sollen sie bei einigen Pflanzen umgekehrt aus mehr oder weniger kugelförmigen Chromatinansammlungen, die man Chromocentren oder Prochromosomen genannt hat, durch allmähliches Wachstum hervorgehen. Um nachzuprüfen, ob es wirklich zwei prinzipiell verschiedene Entstehungsweisen der Chromosomen gibt und um über das Wesen der Chromocentren Klarheit zu bekommen, habe ich vor einiger Zeit mit dem Studium der Karyokinese bei Pflanzen mit Chromocentren — es sind fast durchweg solche mit kleinen Chromosomen — begonnen. Eine ausführliche Darstellung mit Besprechung der älteren Arbeiten, die sich mit den gleichen Problemen beschäftigen, soll später

gegeben werden. Die kürzlich erschienene Arbeit von HEITZ (1929) veranlaßt mich, schon jetzt einige Ergebnisse meiner Untersuchungen mitzuteilen, soweit sie in direktem Zusammenhang mit der Chromocentrenfrage stehen.

Die Fixierung der Chromosomen in den labilen Stadien der Pro- und Telophase erwies sich bei den kleinchromosomigen Arten als sehr schwierig. Die besten Resultate liefert das BENDAsche Gemisch (Osmium- und Chromsäure in der FLEMMINGschen Zusammensetzung mit wenig Eisessig). Nach dieser Fixierung gelingt aber eine differenzierte Färbung nicht leicht. Namentlich bei größerer Schnittdicke, die erforderlich ist, um ganze Kerne zur Zählung der Chromocentren zu bekommen, erhält man mit den verschiedensten Färbemethoden keine befriedigenden Ergebnisse.

a b

Abb. 1. *Thalictrum.* a frühe, b späte Telophase. Nur ein Teil der Chromosomen ist eingezeichnet.

Deshalb wurde häufig die NAWASCHINsche Fixierung angewandt, da diese eine sehr distinkte und elektive Färbung der Chromosomen und Nucleolen ermöglicht. Andererseits erzeugt sie Artefakte (großer „Hof" um den Nucleolus) und ist daher nur mit größter Kritik und nach Vergleich mit BENDA-Präparaten auszuwerten. Die folgenden Untersuchungen beziehen sich sämtlich auf Wurzelspitzen. Die Abbildungen sind nach HEIDENHAIN-Präparaten bei einer Vergrößerung von 2400 gezeichnet.

## I.

Zunächst sollen die Verhältnisse bei ***Thalictrum,*** die relativ einfach liegen, besprochen werden. Untersucht wurde hauptsächlich *Thalictrum aquilegifolium*, deren diploide Chromosomenzahl 14 ist (KUHN 1928a). Die höherchromosomigen Arten verhalten sich in gleicher Weise. Die Schilderung geht am zweckmäßigsten von der Telophase und nicht vom Ruhekern aus.

Die in der Anaphase dicht aneinandergedrängten Chromosomen werden bei Beginn der Telophase wieder frei. In frühen Stadien lassen sich die Chromosomen noch als langgestreckte Gebilde, wenn auch im Vergleich mit denen der Anaphase schon etwas verkürzt, wahrnehmen (Abb. 1a). Während der Kern an Volumen zunimmt, findet eine allmähliche Auflösung der Chromosomen statt, bis von jedem Chromosom nur noch ein kugel- bis würfelförmig gestalteter, stark färbbarer Rest übrig bleibt (Abb. 1b). Infolge weiteren Kernwachstums werden die Chromosomenreste auseinandergezogen und annähernd gleichmäßig in den Kernraum verteilt. Zunächst finden sich Anastomosen zwischen den Chromatinkörpern, die höchstwahrscheinlich artifizielle Verklebungen dar-

a b

Abb. 2. *Thalictrum.* Ruhekerne.

stellen. (Eine lebenstreue Fixierung ist bekanntlich in diesen Stadien sehr schwer zu erhalten.) Nachdem sich einige kleine Nucleolen gebildet haben, rücken die Überbleibsel der Chromosomen, die nun keinerlei Verbindung mehr untereinander zeigen, an die Membran.

Die Chromosomenreste der Telophase sind die Chromocentren des Ruhekerns. In der meristematischen Zone, in der die Teilungen rasch aufeinanderfolgen, bleiben die Chromocentren, deren Zahl mit der Chromosomenzahl (14) übereinstimmt, erhalten (Abb. 2a). Die Chromocentren liegen hauptsächlich an der Membran, und zwar völlig frei in der Grundsubstanz. „Linin"-Verbindungen zwischen ihnen, wie OVERTON (1909) angibt, sind nicht vorhanden. Je länger aber ein Kern „in Ruhe" ist, desto weiter schreitet die Auflösung der Chromatinansammlungen vor. In typischen Ruhekernen sind in der fein gekörnelten Grundsubstanz nur noch wenige sehr kleine, färbbare Partikel vorhanden (Abb. 2b). In

jungen Kernen finden sich also Chromocentren, von denen jedes auf ein in der Telophase nicht völlig rückgebildetes Chromosom zurückgeht. In eigentlichen Ruhekernen werden auch diese Reste mehr oder weniger vollständig im Karyoplasma aufgelöst.

Entscheidend für die Beurteilung der Chromocentren ist ihr Verhalten in der Prophase. Ich hatte früher in Übereinstimmung mit anderen Autoren geglaubt, daß die Chromosomen durch allmähliches Wachstum aus den Chromocentren hervorgehen (KUHN 1928a). Zu dieser falschen Auffassung war ich gelangt, da mir die allerersten Prophasestadien infolge ihrer schwachen Färbbarkeit entgangen waren. Diejenigen Gebilde, die ich für

a b c

Abb. 3. *Thalictrum.* a früheste, b mittlere, c späteste Prophase. Nur ein Teil der an der Kernwand liegenden Chromosomen ist eingezeichnet.

Übergänge von den Chromocentren zu den späteren Prophase-Chromosomen gehalten hatte (1928a, Taf. 12, Fig. 2), erwiesen sich bei erneutem Studium der alten Präparate als besonders große Chromocentren. Bei guter Fixierung erscheinen die Chromosomen in der frühesten Prophase als ganz feine, langgestreckte Fäden mit leicht gewellten Rändern (Abb. 3a). Die Chromocentren sind verschwunden. Es ist unmöglich, daß die Chromosomen direkt aus ihnen hervorgegangen sein könnten, denn die Fäden sind mit dem Moment ihres Erscheinens um ein Vielfaches länger und erheblich schmäler als die größten Chromocentren. Niemals findet die Chromosomenbildung auch nur im Kontakt mit irgendwelchen Chromatinansammlungen statt. Man muß annehmen, daß der Prophase eine Homogenisierung des ganzen Karyoplasmas vorausgeht, wie sie BELAR (1928) in den Leucocyten von *Salamandra*

beobachtet hat. Auch hier werden die „Netzknoten“ (= Chromocentren) des Ruhekerns vor Beginn der Prophase aufgelöst.

Die feinen Fäden wachsen in typischer Weise in die Breite und verkürzen sich gleichzeitig (Abb. 3b). Gegen Ende der Prophase haben sie ihre definitive Breite erreicht, sind aber noch relativ langgestreckt (1928a, Taf. 12, Fig. 3). Diese Bilder deutete ich damals als Wachstum über die endgültige Länge der Metaphasenchromosomen hinaus. Durch den Nachweis der Entstehung der Chromosomen als lange Fäden ist diese, mit einer einheitlichen

a b

c d

Abb. 4. *Phaseolus.* Ruhekerne.

Auffassung des Bildungsprozesses nur schwer vereinbare Vorstellung hinfällig geworden. Die weitere Umbildung zu den stabförmigen, stark färbbaren Chromosomen der Metaphase vollzieht sich auch an der Kernwand, wie früher beschrieben (Abb. 3c).

Ferner wurde ***Phaseolus*** untersucht. Bei *Phaseolus multiflorus* und *Phaseolus vulgaris* finden sich die gleichen Verhältnisse. Die Rückbildung der Chromosomen in der Telophase erfolgt ähnlich wie bei *Thalictrum.* Der junge Ruhekern enthält also auch Chromocentren von annähernd gleicher Größe, welche Reststücke der Chromosomen darstellen. Ihre Zahl stimmt zunächst mit der Chromosomenzahl (22) überein (Abb. 4a). Während aber bei *Thalictrum* die Chromocentren in älteren Kernen mehr oder weniger

aufgelöst werden, erfolgen bei *Phaseolus* sekundäre Änderungen der Chromocentrenzahl. Teils findet eine Neubildung von Chromatinansammlungen und damit eine Erhöhung der Chromocentrenzahl (Abb. 4c und d), teils jedoch eine Verminderung (Abb. 4b) statt. Ob die Verminderung durch Verschmelzen von telophasischen Chromocentren oder ebenfalls durch Neubildung von größeren Partikeln in geringerer Zahl erfolgt, ist schwer zu entscheiden. Wahrscheinlich kann beides erfolgen. Die Größe der Chromocentren ist äußerst variabel. Manche Kerne (besonders der Wurzelhaube) haben nur wenige Chromatinansammlungen von einiger Größe (Abb. 4b), manche nur kleinere in geringer Zahl, viele Kerne enthalten jedoch gleichzeitig Chromocentren der verschiedensten Größe (Abb. 4d).

a b

Abb. 5 *Phaseolus*. a frühe, b späte Prophase. Nur ein Teil der an der Kernwand liegenden Chromosomen ist eingezeichnet.

Ebenso ist die Form sehr wechselnd, neben kugeligen, kubischen oder prismatischen Gebilden finden sich auch langgestreckte. Die Chromocentren bei dieser Art sind schon von MARTINS MANO (1904) gesehen und als „renflements nodaux" beschrieben worden. Dieser Ausdruck ist unzutreffend, da sie im allgemeinen keinerlei Verbindungen untereinander zeigen und im Ruhekern gar kein „Chromatinnetz" sondern nur eine fein gekörnelte Grundsubstanz vorhanden ist, in der die Chromocentren eingebettet sind.

Der Bau des Ruhekerns ähnelt weitgehend dem von *Salamandra* (BELAR 1928). Auch hier finden sich Chromatinansammlungen, im allgemeinen als „Netzknoten" bezeichnet, deren Zahl und Form äußerst variabel ist.

Vor Beginn der Prophase werden wie bei *Thalictrum* alle Chromocentren aufgelöst. Die Chromosomen erscheinen zuerst als

feine, fädige Verdichtungen, aus denen wieder in typischer Weise die Metaphasenchromosomen hervorgehen (Abb. 5a und b). Wie bei *Thalictrum* ist kein Spirem, d. h. kein Fadenknäuel vorhanden, sondern jedes Chromosom bildet sich einzeln, völlig unabhängig von den anderen, hauptsächlich an der Kernwand aus; die Chromosomen werden diskontinuierlich angelegt.

Die Verhältnisse bei ***Capparis spinosa*** sind im wesentlichen die gleichen wie bei *Phaseolus*. Eine Analyse wird aber durch die hohe Zahl der Chromosomen (38) und ihre außergewöhnliche Kleinheit erschwert (KUHN 1928b). Die Rückbildung der Chromosomen in der Telophase ist nicht sehr beträchtlich, sodaß die Chromocentren nur wenig kleiner als die Chromosomen sind. In manchen Fällen ist es daher schwierig zu entscheiden, ob die Chromatinansammlungen in einem Kern Chromocentren oder verkürzte Prophasenchromosomen sind. Auch bei dieser Art verschwinden die Chromocentren, bevor der Kern in die Prophase eintritt. Die Chromosomen bilden sich wie bei den beiden anderen untersuchten Formen als feine Fäden aus (Abb. 7a und b). Der Längenunterschied zwischen den Chromosomen der Prophase und denen der Metaphase ist im Gegensatz zu anderen Fällen nicht sehr groß. In älteren Ruhekernen kommt es ebenfalls zu sekundären, relativ großen Chromatinansammlungen, die nichts mit den aus der Telophase stammenden Chromocentren zu tun haben. Gerade bei dieser Art ist der Unterschied zwischen den 38 kleinen Chromocentren eines Meristemkerns (Abb. 6a) und den wenigen (5—10) großen, stark färbbaren Körpern eines eigentlichen Ruhekerns (Abb. 6b) besonders deutlich.

a b

Abb. 6. *Capparis spinosa*. Ruhekerne.

## II.

Eine einheitliche Betrachtung der vorstehenden Befunde führt zu folgenden Ergebnissen: Chromocentren sind primär Reststücke der in der Telophase aufgelösten Chromosomen. Sie bleiben im

Ruhekern kürzere (*Thalictrum*) oder längere Zeit (*Phaseolus*, *Capparis*) erhalten, werden aber in jedem Fall vor einer neuen Teilung unsichtbar. Außer diesen telophasischen Chromocentren kann es (*Phaseolus*, *Capparis*) in älteren Kernen zu sekundären Chromatinansammlungen kommen, deren Zahl und Größe sehr wechseln. In solchen Kernen ist es unmöglich zu entscheiden, ob die Chromocentren aus der vorhergehenden Telophase stammen oder erst im Ruhekern gebildet worden sind. Chromocentren sind demnach gar nicht von einheitlicher Herkunft. Sie stammen entweder aus der Telophase oder entstehen erst im Ruhekern. Dieser Befund macht verständlich, daß bisher in der Literatur zwei entgegengesetzte Anschauungen über ihre Natur vertreten worden sind. Die einen Autoren behaupten, daß ihre

a b

Abb. 7. *Capparis spinosa*. a früheste, b mittlere Prophase. Nur ein Teil der an der Kernwand liegenden Chromosomen ist eingezeichnet.

Zahl mit der Chromosomenzahl übereinstimmt und jedes Chromocentrum einem Chromosom entspricht, die anderen dagegen halten sie für variable Chromatinansammlungen, die keine direkten Beziehungen zu den Chromosomen zeigen. Beide Auffassungen sind richtig, je nachdem man jüngere oder ältere Ruhekerne betrachtet. Wenn sekundäre Chromatincentren fehlen (wie bei *Thalictrum*), findet sich in jüngeren Kernen natürlich fast immer eine Übereinstimmung mit der Chromosomenzahl. Die hier entwickelte Anschauung von der doppelten Entstehungsweise der Chromocentren stimmt mit der von LUNDEGÅRDH (1912) an *Cucurbita* und *Vicia* gewonnenen überein.

Die Beobachtungen in der frühesten Prophase führen zu einem Ergebnis, das von dem aller anderen Autoren abweicht. Vor jeder Teilung werden die Chromocentren aufgelöst. Die Chromosomen entstehen in typischer Weise aus fädigen Elementen.

Bisher wurde für Pflanzenarten mit Chromocentren aber eine von der Regel abweichende Bildungsweise angenommen, die Chromosomen sollen nämlich aus den Chromocentren durch allmähliches Wachstum hervorgehen (z. B. Overton 1909 bei *Thalictrum*, Lundegårdh 1912 bei *Cucurbita*). Zu dieser irrtümlichen Auffassung gelangte man, da die allerfrühesten Prophasestadien, die besonders schwer zu fixieren und zu färben sind, bei den in Frage kommenden Arten stets übersehen worden sind.

Durch den Nachweis der ersten Fäden sind auch die Fälle, für die man eine vom allgemeinen Typus abweichende Entstehungsweise der Chromosomen annahm, auf das sonst überall gültige Schema zurückgeführt worden. Wir können somit den Schluß ziehen, daß die Chromosomenbildung in jedem Falle (bei Protisten, Metaphyten und Metazoen) in der gleichen Weise, aus langgestreckten Fäden durch Kondensierung, erfolgt. Unterschiede finden sich nur insofern, als die Chromosomen entweder den ganzen Kernraum erfüllen und ein „Spirem" bilden, wenn sie groß bzw. lang sind, oder einzeln an der Kernwand entstehen, wenn sie klein bzw. kurz sind.

Da die Chromocentren keine Bildungsstätten für die Chromosomen sind, ist die Bezeichnung „Prochromosomen" für sie unzutreffend. Auch im Fall einer Übereinstimmung ihrer Zahl mit der der Chromosomen demonstrieren sie keine morphologische Kontinuität der Chromosomen von einer Teilung zur anderen, da sie vor jeder Prophase verschwinden. Und gerade als Beweise für die Individualität der Chromosomen haben sie bisher in der Literatur zu Unrecht eine große Rolle gespielt (z. B. Rosenberg 1904 u. 1909, Overton 1909 und zusammenfassende Darstellungen). Die Feststellung, daß die Chromocentren nicht persistieren, stellt natürlich die im übrigen wohlbegründete Theorie der Chromosomenindividualität ebensowenig in Frage, wie die Tatsache des Unsichtbarwerdens von langen Chromosomen im Ruhekern.

Zu wesentlich anderen Ergebnissen ist Heitz (1929) gelangt. Auch er hält die Chromocentren des Ruhekerns für in der Telophase nicht aufgelöste Chromosomenstücke. Es sollen jedoch „in bezug auf die Längsrichtung des Chromosoms bestimmt gelegene" Teile sein, die erhalten bleiben. Heitz kommt also zu der gleichen Auffassung vom Bau der Angiospermen-Chromosomen, wie er sie früher (1928) für die Chromosomen von *Pellia* und

anderen Lebermoosen entwickelt hat. Die in der Telophase unsichtbar werdenden Teile wurden von ihm als Euchromatin, die sichtbar bleibenden als Heterochromatin bezeichnet. Die Chromocentren werden nun in der neuen Arbeit mit dem Heterochromatin identifiziert. In der Prophase bilden sich die euchromatischen Teile im Zusammenhang mit den zum gleichen Chromosom gehörenden Heterochromatinstücken zu den Metaphasechromosomen um. Nach seiner Auffassung besteht also eine sichtbare Kontinuität bestimmter Chromosomenstücke von einer Teilung zur anderen in Gestalt der Chromocentren. Doch kann ein Chromosom auch aus vielen Heterochromatinstücken bestehen, wenn nämlich eine Gliederung in Chromomeren vorhanden ist. Die Chromomeren sollen in der Telophase erhalten bleiben und als Chromocentren in den Ruhekern übergehen. In diesem Fall ist die Anzahl der Chromocentren erheblich größer als die der Chromosomen. Die HEITZschen Feststellungen kurz zusammengefaßt bedeuten: Heterochromatin = Chromocentren = Chromomeren.

Bisher wurden diese Verhältnisse bei *Helipterum corymbiflorum, Lactuca denticulata, Impatiens Mathildae, Impatiens Holstii, Hydrocera trifoliata* studiert, doch sollen auch die Chromocentren anderer Arten in dieser Weise aufzufassen sein. Eine Stellungnahme zu den HEITZschen Befunden muß billigerweise unterbleiben, bis die ausführliche Arbeit vorliegt. Eine Verallgemeinerung dieser Anschauungen ist aber keinesfalls zulässig, wie die vorliegenden Beobachtungen zeigen.

Bei den untersuchten Arten läßt sich nicht nachweisen, daß es bestimmte Teile von Chromosomen sind, die in der Telophase erhalten bleiben. Entscheidend gegen die HEITZsche Deutung spricht aber, daß in der Prophase die Chromocentren verschwunden sind und keinerlei Zusammenhang zwischen ihnen und den sich aus dem Karyoplasma gleichmäßig herausdifferenzierenden Chromosomen vorhanden ist. Da den Chromocentren der Telophase nichts in der Prophase entspricht, können sie kein Heterochromatin im Sinne der HEITZschen Definition sein. Ferner ist mit der Behauptung einer Konstanz der Chromocentren unvereinbar das Vorkommen von sekundären Chromatinansammlungen in den allerverschiedensten Zahlen und Größen. Es handelt sich nicht nur um kleinere Abweichungen von der Zahl der zu erwartenden telophasischen Chromocentren, wie sie durch Verschmelzungen erklärt werden können, sondern um ein Schwanken der Zahl um sehr große Werte.

## Zusammenfassung.

1. Die Chromocentren können zweierlei Herkunft sein. In jungen Kernen sind sie in der Telophase nicht aufgelöste Reststücke von Chromosomen. In älteren Ruhekernen kommt es außerdem zu sekundären Chromatinanhäufungen in wechselnder Zahl und Größe („Luxuserscheinungen“ von LUNDEGÅRDH). Die Chromocentren verschwinden spätestens vor Beginn einer neuen Teilung. Die Bezeichnung Prochromosomen für sie ist demnach unzutreffend.

2. Die Chromosomenentstehung bei Arten mit Chromocentren (*Thalictrum*, *Phaseolus*, *Capparis*) konnte auf das allgemein gültige Schema zurückgeführt werden: Aus feinen Fäden gehen durch allmähliche Kondensierung die Metaphasenchromosomen hervor. Bei diesen Arten ist kein „Spirem“ vorhanden, sondern die Fäden entstehen diskontinuierlich an der Kernwand. Die Bildung der Chromosomen erfolgt also weder direkt aus Chromocentren (wie bisher allgemein angenommen wurde) noch in Zusammenhang mit ihnen (wie HEITZ angibt).

---

### Literatur.

BELAR, K., 1928: Die cytologischen Grundlagen der Vererbung. Handb. f. Vererbungsw. **1**. 412 S.

HEITZ, E., 1928: Das Heterochromatin der Laubmoose I. Jahrb. f. wissensch. Bot. **69**, 762—818.

—, —, 1929: Heterochromatin, Chromocentren, Chromomeren. (Vorläufige Mitteilung.) Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. **47**, 274—284.

KUHN, E., 1928: Zur Zytologie von *Thalictrum*. Jahrb. f. wissensch. Bot. **68**, 382—430.

—, —, 1929: Zur Frage der Querteilung der Chromosomen in der somatischen Prophase von *Capparis spinosa*. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. **46**, 682—686.

LUNDEGÅRDH, H., 1912: Das Caryotin im Ruhekern und sein Verhalten bei der Bildung und Auflösung der Chromosomen. Arch. f. Zellforschung **9**, 205—330.

MARTINS MANO, Th., 1904: Nucléole et chromosomes dans le méristème radiculaire de *Solanum tuberosum* et *Phaseolus vulgaris*. Cellule **22**, 57—76.

OVERTON, J. B., 1909: On the organisation of the nuclei in the pollen mothercells of certain plants, with especial reference to the permanence of the chromosomes. Annals of Botany **23**, 19—61.

ROSENBERG, O., 1904: Über die Individualität der Chromosomen im Pflanzenreich. Flora **93**, 251—259.

—, —, 1909: Über den Bau des Ruhekerns. Svensk. Bot. Tidskr. **3**, 163—173.

---

1

2

3

4

6

5

7

1 2 3 4 5

6 7 8 9 10 11

# Sitzung vom 26. Juli 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Arland,** Dr. **Anton,** Privatdozent am Inst. f. Pflanzenbau u. Pflanzenzüchtung der Universität in **Leipzig,** Johannisallee 21 (durch L. DIELS und F. HERRIG),

**Föyn, Björn,** Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem** (durch M. HARTMANN und H. KNIEP),

**Lüdi,** Dr. **Werner,** Privatdozent an der Universität in **Bern** (durch L. DIELS und C. REGEL),

**Zinkernagel,** Dr. **Heinrich,** in **Blankenfelde,** Kr. Teltow (durch F. HERRIG und E. TIEGS).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Ahlgrimm,** Frl. **Hilde,** Studienreferendarin in **Hamburg,**
**Bothe,** Dr. **Friedrich,** Assistent in **Braunschweig,**
**Maekawa,** Dr. **Tokujiro,** Professor in **Sapporo** (Japan),
**Plaßmann,** Dr. **E.,** Forstassessor in **Hann. Münden,**
**Richter,** Dr. **Karl,** Assistent in **Kiel,**
**Stock, Fritz,** Apotheker in **Braunschweig.**

---

An unser Mitglied Herrn Professor Dr. OTTO WARBURG-Berlin, der am 20. Juli 1929 seinen 70. Geburtstag feierte, richtete der Vorstand eine Glückwunschadresse, die vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Hochverehrter Herr Kollege!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft begrüßt Sie herzlich zu Ihrem siebzigsten Geburtstage und verknüpft mit den wärmsten Glückwünschen zu diesem Tage den Ausdruck des Dankes und der Hochschätzung Ihrer Leistungen für unsere Wissenschaft.

Ihre Erstlingsarbeiten über die Anatomie komplizierter Lianen-Stämme und über die Bedeutung der organischen Säuren für den Stoffwechsel der Pflanzen bekunden die breite Grundlage, die Sie Ihrer botanischen Ausbildung gaben. Wohl gerüstet haben Sie Ihre Wanderjahre angetreten, und mit reichsten Erträgen sind Sie

davon heimgekehrt. Fast vier Jahre lang haben Sie die malayischen Länder bereist und den Inselbogen an der östlichen Peripherie Asiens von Korea bis Australien gründlicher kennengelernt, als je ein deutscher Naturforscher vor Ihnen. Angesichts der Formenfülle der malayischen Pflanzenwelt wurden Sie inne, wie schwach noch die systematische Grundlage ist, die wir von jener Form besitzen; zugleich aber gingen Ihnen die Rätsel ihres Ursprunges und ihrer Zusammenhänge auf, und Sie versenkten sich immer tiefer in ihre Probleme. Als Sie an die Ausarbeitung Ihrer Sammlungen gingen, schwebte Ihnen als Ideal vor, HOOKERs „Flora of British India" ein größeres Seitenstück zu geben und eine Flora des gesamten malayischen Archipels zu schreiben, um später unserer Wissenschaft eine umfassende Pflanzengeographie jenes Erdraumes zu schenken.

Diesem hohen Arbeitsziele verdanken wir die zahlreichen Einzelergebnisse Ihrer Studien, die Sie zwischen 1890 und 1900 veröffentlicht haben. Und wenn wir sie insgesamt überblicken und uns der darin gewonnenen neuen Erkenntnisse für Systematik und Pflanzengeographie bewußt werden, so möchten wir es wohl beklagen, daß Ihr großer Plan nicht so vollendet ward, wie Sie gedacht hatten, und wie wir es für unsere Wissenschaft gewünscht hätten.

Aber je mehr nach 1900 die überseeischen Interessen des Deutschen Reiches sich erweiterten, um so stärker wurde Ihre Zeit und Ihre Arbeitskraft von den damit zusammenhängenden Aufgaben der angewandten Botanik beansprucht. Ihre bewundernswürdige Monographie der Muskatnuß hatte bewiesen, wie Sie durch eindringende Gelehrsamkeit fruchtbare Erkenntnis für die Praxis zu schaffen verstehen. Diese Gabe ließ Ihre Arbeit für unsere Kolonialwirtschaft so bedeutsam werden. Es geht weit über den Rahmen unseres Faches hinaus, was Sie hier geleistet haben. Aber als Deutsche gedenken wir mit Dankbarkeit der großen Dienste, die Sie dem Vaterlande auf diesem Felde erwiesen haben. Zugleich haben Sie dabei viele Gebiete der angewandten Botanik gefördert; als Herausgeber der „Kulturpflanzen der Weltwirtschaft" und Schriftleiter des „Tropenpflanzers" sind Sie für weiteste Kreise der bewährte Ratgeber und Führer in der botanischen Kolonialkunde geworden.

Wir Botaniker haben es besonders wohltuend empfunden, daß Sie bei dieser weit ausgespannten Tätigkeit doch immer in enger Fühlung mit der Botanik blieben. So haben Sie schließlich in Ihrer populären dreibändigen „Pflanzenwelt" eine Synthese von systematischem Wissen und weltwirtschaftlicher Erfahrung vollzogen, wie sie kein anderes Werk unserer Literatur bietet. Der

Erfolg des Buches bezeugt Ihnen die allgemeine Wertschätzung Ihrer Leistung.

Unser Glückwunsch eilt zu Ihnen in die Ferne, an die Stätte neuer Wirksamkeit, der Sie mit jugendlichem Geiste sich widmen. Wir wünschen Ihnen rüstiges Weiterschaffen und reichen Erfolg. Wir wünschen, daß der Ertrag Ihres Wirkens der Größe Ihrer Hingabe entsprechen, und freuen uns zuversichtlich auf die Früchte, die aus Ihrer Arbeit an dem neuen Palästina auch für unsere Wissenschaft erwachsen werden.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
(Unterschriften.)

---

Herr J. SCHWEMMLE demonstrierte die sämtlichen in den Kreuzungen zwischen *Oenothera Berteriana* und *O. odorata* auftretenden Formen, wobei auf einzelne Faktoren und deren gegenseitiges Verhalten bei den verschiedenen Kombinationen besonderer Wert gelegt wurde. Die möglichen zytologischen Grundlagen wurden diskutiert. Auch bei dem diesjährigen Material waren die Unterschiede zwischen den reziproken Bastarden sehr beträchtlich. Der Einfluß des Plasmas von *O. odorata* besteht nicht nur in einer starken Schwächung der Pflanzen, vielmehr zeigt eine Reihe von Merkmalen deutliche Metroklinie. So sind die Blütenröhren stets beträchtlich länger, wenn das Plasma von *O. odorata*, die lange Röhren besitzt, die Grundlage bildet. Bei immer wieder vorgenommenen Selbstbestäubungen ist in den aufeinanderfolgenden Jahren eine deutliche Kräftigung zu beobachten, so daß beispielsweise die Kombination *α. δ* im 4. Jahre habituell schwer von der entsprechenden im Plasma von *O. Berteriana* unterscheidbar ist. Die gleichzeitig beobachtete starke Verkürzung der Blütenröhren dürfte kaum durch eine Veränderung des *odorata*-Plasmas bedingt sein, da dieselbe Erscheinung (in geringerem Maße?) bei den Formen mit *Berteriana*-Plasma beobachtet ist. Auf die stärker spaltenden Bastarde der *Berteriana*×*mollissima*-Kreuzungen, die auch dort vorhandenen Plasmaeinflüsse sowie auf die anderen Eu-Oenotheren-kreuzungen wurde nur kurz eingegangen.

---

Berichtigung eines Druckfehlers: In der Abhandlung von C. WEHMER, Heft 2, 1929, S. 119, muß es in Fußnote 1 und 4 richtig heißen: A. V. LINGELSHEIM statt A. V. LINSINGEN.

---

# Mitteilungen.

## 47. Alb. Frey-Wyssling: Theorie des Blutens.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 8. April 1929. Vorgetragen in der Aprilsitzung.)

### 1. Anforderungen an eine umfassende Theorie des Blutens.

Das Bluten der Gefäßpflanzen hat die Pflanzenphysiologen von jeher beschäftigt, ohne daß es bis jetzt gelungen wäre, eine allgemein anerkannte Theorie des Blutens zu schaffen. Die Schwierigkeit, eine befriedigende Erklärung für die Blutungserscheinungen zu geben, liegt darin begründet, daß eine so große Zahl von Beobachtungstatsachen vorliegen, die alle gleichzeitig gedeutet werden müssen. Sie sind in den folgenden 9 Punkten zusammengestellt:

1. Das Bluten ist ein pathologischer Vorgang; es tritt nur nach äußeren Eingriffen ein: Abschneiden von Stämmen, Zweigen, Stengeln oder Wurzeln.

2. Der Blutungsdruck kann nicht auf den Wurzeldruck allein zurückgeführt werden, denn oft entsteht lokaler Blutungsdruck im Stamm, während weiter unten am Stamm negativer Druck herrscht (MOLISCH).

3. Im allgemeinen tritt nur positiver Blutungsdruck auf, solange die Bäume treiben; sobald sie anfangen zu transpirieren, wird der Blutungsdruck negativ.

4. Unter Umständen saugt die Schnittstelle des Stumpfes von einem gefällten Baum begierig Wasser auf (negativer Blutungsdruck), nach einiger Zeit beginnt aber das Bluten (positiver Blutungsdruck), wenn die Wurzeln genügend feucht gehalten sind (JOST).

5. In gewissen Fällen läßt sich beobachten, daß abgeschnittene Triebstücke, die eingestellt werden, weiter bluten (WIELER, RENNER 1915).

6. Der Blutungssaft enthält immer Zucker oder andere osmotisch wirksame Substanzen, wenn das Bluten längere Zeit dauert; Bluter mit reinem oder fast reinem Wasser bluten nur kurze Zeit und fließen nicht nach.

7. Lianen bluten im allgemeinen stärker als Bäume.

8. Koniferen bluten nicht. Saftige Gewebe von Angiospermen ohne Gefäßbahnen (wie Wurzelknollen, Fruchtfleisch usw.) können auch nicht bluten. Für die Entwicklung eines Blutungsdruckes sind daher Gefäße nötig.

9. Das Bluten kann reizphysiologisch beeinflußt werden: bei der Zuckerpalme *(Arenga saccharifera)* wird der Blütenstiel vor dem Anzapfen mechanisch gereizt (durch tiefe Schnitte und Hämmern), mit sinkender Temperatur wird das Bluten geringer, durch Sauerstoffmangel oder durch Einschläfern der Pflanzen (mit Chloroform) kommt es zum Stillstand (WIELER).

## 2. Permeabilitätstheorie von Lepeschkin.

PFEFFER und andere Autoren haben verschiedene Möglichkeiten zur Erklärung der Blutungserscheinungen erörtert. Die Betrachtungsweise, die den aufgezählten Beobachtungstatsachen am meisten gerecht wird, ist die Permeabilitätstheorie von LEPESCHKIN, die er auf Grund von Ideen PFEFFERs weiterentwickelt hat.

Nach dieser Theorie ist die Permeabilität der Parenchymzellen polar, und zwar so, daß die Zellen gegen die Gefäße hin permeabler sind, so daß beständig Wasser mit gelösten Stoffen in die Leitungsbahnen gepreßt wird. Wenn nun aber während des Treibens der Bäume ein solches Permeabilitätsgefälle besteht (positiver Blutungsdruck), so ist es schwer, sich vorzustellen, daß es sich umkehre, sobald die Transpiration einsetzt (negativer Blutungsdruck); oder daß diese Umstimmung gar binnen so kurzer Zeit wie im Versuch von JOST geschehe (s. Abschnitt 1 sub 4). Wir müssen daher nach einer Kraft suchen, die das ev. vorhandene Permeabilitätsgefälle überlagert und ihm nötigenfalls, wie im Versuch von JOST, sogar entgegenwirken kann.

Da das Bluten für die Pflanze einen großen Verlust bedeutet, scheint es auch merkwürdig, daß gerade polare Permeabilitätsunterschiede, die doch durch das lebende Protoplasma geregelt werden können, die primäre Ursache dieses das Pflanzenleben schädigenden Vorganges sein sollten. Verständlicher wäre es, wenn ein Prozeß, der außerhalb der Regulation des Protoplasmas liegt und der Permeabilität übergeordnet ist, dafür verantwortlich gemacht werden könnte.

## 3. Osmotische Verhältnisse im ungeschnittenen Trieb.

Wenn ein Baum treibt, gelangt aus den Holzparenchymzellen neben anderen Stoffen mobilisierter Zucker in die Gefäße; ob dabei das vorhandene Diffusionsgefälle oder ob ein die Stoffwanderung

beschleunigendes Permeabilitätsgefälle die Hauptrolle spielt, können wir dahingestellt sein lassen. Auf jeden Fall erhält die Gefäßflüssigkeit einen gewissen osmotischen Wert, der durch Kryoskopie des Blutungssaftes bestimmt werden kann. In den anliegenden Parenchymzellen, die Stärke verzuckern, wird eine etwas höhere Zuckerkonzentration herrschen, und zwar so, daß ein Gefälle des osmotischen Wertes von den Parenchymzellen a gegen das Gefäß b

Abb. 1. Schema eines Gefäßes mit anliegendem Parenchym. In Figur 2 und 4 sind die osmotischen Zustandsgrößen so eingetragen, wie wenn a—b und b—c eine ungebrochene Gerade bilden würden.

besteht (Abb. 1). Nach URSPRUNG und BLUM bezeichnen wir die Saugkraft, die dem osmotischen Wert der Zellsäfte entspricht, als Si = Saugkraft des Zellinnern, im Gegensatz zur Saugkraft der Zellen = Sz.

Der linke Teil der Si-Kurve in Abb. 2 gibt das Gefälle des osmotischen Wertes Holzparenchym von a—b wieder (vgl. Abb. 1), während der rechte Teil die Verhältnisse innerhalb der Gefäße in senkrechter Richtung von b—c darstellt. Da die Gefäße nicht leben, wird darin der Saft nach den Diffusionsgesetzen eine einheitliche Konzentration annehmen, so daß von b—c kein Gefälle

des osmotischen Wertes herrscht. Im allgemeinen wird er im Gefäße einen kleineren Wert besitzen als der osmotische Wert der lebenden Parenchymzellen; zur Zeit der später einsetzenden Transpiration wird er sogar fast Null (s. Abb. 3, Si).

Ebenso muß ein Saugkraftgefälle Sz von den entfernten Parenchymzellen a zum Gefäße b bestehen, da sie aus diesen



Abb. 2. Osmotische Zustandsgrößen im Leitgewebe eines treibenden Sprosses. a—b Verhältnisse im gefäßanliegenden Parenchym nahe bei der Schnittwunde; b—c Verhältnisse im Gefäß.

——— ausgezogene Kurve = Verhältnisse vor dem Anschneiden des Triebes;
—·—·— strichpunktierte Kurve = Verhältnisse nach dem Abschneiden des Triebes.
Sz = Si — T.

ihren Wasserbedarf decken, während innerhalb des Gefäßes die Saugkraft Sz von b—c konstant ist (Abb. 2, Sz). Beim Übergang von einer Parenchymzelle zum Gefäß (bei b) darf keine Unstetigkeit der Saugkraft der Zellen Sz auftreten, da sonst ein Ausgleich durch Wasseraustausch stattfände.

Nach der Formel von URSPRUNG und BLUM stehen Saugkraft der Zelle (Sz) und die dem osmotischen Wert entsprechende

Saugkraft des Zellinnern (Si) in folgender Beziehung zueinander:

$$Sz = Si - (W + A)$$ [1],

wobei W der von den Zellen entwickelte Wanddruck ist, A der von den Nachbarzellen erlittene Außendruck und ihre Summe den Turgordruck T bedeutet ($W + A = T$). Wenn man annimmt, daß im Parenchym ein einheitlicher Turgor herrscht, so wird dieser in Abb. 2 durch die linke Seite der T-Kurve dargestellt. In den Gefäßen ist kein Wanddruck vorhanden, da sie tot sind; der Ausdruck für ihren Turgor T wird daher zu

$$T = A \quad (W = \text{Null}).$$

Auf den Gefäßen muß daher ein Druck lasten, der dem Außendruck A der anliegenden Parenchymzellen die Wage hält. Da dieser Druck gegenüber dem Turgor der anliegenden Zellen um ihren Wanddruck W vermindert ist, fällt er kleiner aus als der Turgor des Parenchyms (Abb. 2, T, rechte Seite).

Nach der Beziehung

$$Si = Sz + T$$

müssen sich die beiden Kurvenzüge Sz und T der Abb. 2 stets zu Si addieren lassen. Die dickausgezogenen Linien dieser Abbildung geben die Verhältnisse im treibenden Sproß wieder, in dessen Gefäßen der Saft ohne nennenswerte Geschwindigkeit strömt; der vorhandene Druck kann sich daher hydrostatisch über das ganze Gefäßsystem ausbreiten.

### 4. Osmotische Verhältnisse im angeschnittenen Trieb.

Was geschieht nun, wenn wir einen solchen Trieb kappen? Wir wollen dabei zunächst voraussetzen, daß sich kein Wurzeldruck geltend mache. Der osmotische Wert und die ihm entsprechende Saugkraft des Zellinnern Si werden durch das Abschneiden der Gefäße in keiner Weise geändert; für sie gilt nach wie vor das Schema Abb. 2, Si. Dagegen ändern sich die Turgorverhältnisse im Gefäße sprunghaft. An der Schnittstelle fällt der Druck plötzlich auf Atmosphärendruck, d. h. der Turgor auf Null (Abb. 2, T, strichpunktierter Linienzug). Dadurch schnellt die Saugkraft Sz des Gefäßes nach der Formel

$$Sz = Si - T$$

unvermittelt auf

$$Sz = Si \quad (T = \text{Null})$$

[1] Eigentlich müßten alle Größen mit dem Index n ($Sz_n$, $Si_n$, $T_n$) versehen werden, da es sich um die Verhältnisse in normalem Zustande der Gewebe handelt. Da indessen für unsere Betrachtung die Verhältnisse bei Grenzplasmolyse (Index g) und bei Wassersättigung (Index s) nicht in Betracht kommen, kann hier der Index n weggelassen werden.

hinauf (Abb. 2, Sz, strichpunktierte Linie). Auf diese Weise wird das Saugkraftgleichgewicht der Zellen in unserem System unvermittelt gestört. Die Gefäßflüssigkeit saugt osmotisch Saft aus den umliegenden Zellen. Ob aus den Parenchymzellen reines Wasser oder infolge einer vorhandenen Permeabilität Zuckerlösung ins Gefäß hineinfiltriert, kann experimentell dadurch geprüft werden,

Abb. 3. Blutungsdruck und Saugkraft Sz in der Blutungszone b—c eines angeschnittenen Gefäßes.
Rechts: Graphische Darstellung des Blutungsdruckgefälles c—b (vgl. Abb. 2); links: Größe des Saugkraftsprunges der Zellen Sz, Parenchymzelle-Gefäß durch Pfeile angedeutet. Q = Gefäßquerwand.

daß man vergleichende Konzentrationsbestimmungen des Blutungssaftes sofort beim Anschneiden und später nach einer gewissen Blutungszeit ausführt[1]). Der Unterschied gegenüber der Auffassung LEPESCHKINs liegt dabei darin, daß die Parenchymzellen diese Stoffe nicht aktiv ausscheiden, sondern daß sie sie passiv verlieren.

1) Ev. nachströmender „Wurzeldruck-Saft" könnte die Konzentration auch erniedrigen.

Der Turgorsprung T erfolgt nicht über die ganze Länge des angeschnittenen Gefäßes. Durch das Anschneiden verändern sich die Verhältnisse, die wir oben als hydrostatische geschildert haben, in hydrodynamische. Durch das Ausfließen entstehen Reibungswiderstände im Gefäße, die um so größer werden, je weiter wir uns von der Schnittfläche b entfernen (Abb. 3). Dort, wo diese Reibungskraft P gleich groß wird wie der oben geschilderte Außendruck A, der auf dem Gefäß lastet, treffen wir wieder ursprüngliche Verhältnisse an. Wir erhalten daher ein Druckgefälle, das über eine bestimmte Länge l von c bis b reicht (s. Abb. 2, T und Abb. 3). Umgekehrt nimmt der Saugkraftsprung der Zellen Sz von b bis c ab, um bei c zu verschwinden.

Im ersten Augenblicke nach dem Anzapfen müssen wir uns also das Bluten so vorstellen: soweit das Druckgefälle b—c reicht, wird etwas Saft aus dem Gefäß herausgedrückt, und darauf filtriert infolge des entstehenden Saugkraftsprunges Sz aus den umliegenden Zellen Saft ins Gefäß; auch dieses fließt infolge des Druckgefälles aus, und dann erfolgt die weitere Wasserbeschaffung in der Art und Weise, wie sie am Schluß von Abschnitt 7 behandelt wird.

Setzen wir nun bei b ein Manometer auf, so erstellt sich der ursprüngliche Zustand langsam wieder, das Druckgefälle c—b verschwindet nach und nach; im Manometer stellt sich ein Gleichgewicht ein, und wir lesen darauf den Blutungsdruck ab. Wir sehen nun sofort ein, daß der gemessene Blutungsdruck nichts anderes ist als der Außendruck A, den die Parenchymzellen auf das Gefäß ausüben. Das bekannte Experiment, um mit einem Quecksilbermanometer den Blutungsdruck zu demonstrieren, wäre also zugleich ein makroskopisches Messen des Außendruckes A der Parenchymzellen.

## 5. Negativer Blutungsdruck.

Wenn die Bäume transpirieren, konstatiert man einen negativen Blutungsdruck in ihren Gefäßen. Auf die Schnittwunde gegossenes Wasser wird begierig aufgesogen, während von unten gleichzeitig Wasser oder gar Quecksilber nachgehoben wird (HUBER). Die Elastizität des in den Gefäßen unter Zug stehenden Wassers ist so gering, daß es sich praktisch nicht zusammenzieht, wenn wir die Gefäße öffnen — und doch schlucken diese im Gegensatz zu einer gewöhnlichen, z. B. gläsernen Kapillare, die unter Zugwirkung stand, große Mengen Wasser auf. Wohin gelangt dieses Wasser?

Zu diesem Zwecke zeichnen wir wieder ein Schema der osmotischen Zustandsgrößen auf wie in Abb. 2.

Die Saugkräfte der Zellinnern Si verhalten sich qualitativ ähnlich wie bei der treibenden Pflanze, nur sind sie in den Parenchymzellen geringer, da die osmotisch wirksamen Substanzen zum großen Teil abgeführt sind, und im wasserleitenden Gefäß ist Si fast Null (Abb. 4, Si).

Abb. 4. Osmotische Zustandsgrößen im Leitgewebe eines transpirierenden Sprosses. Legende s. Abb. 2.

Die Saugkräfte der Zellen (Abb. 4, Sz) gestalten sich dagegen fast gleich wie in Abb. 2. Nach der Beziehung Sz = Si — T übertreffen sie die Saugkräfte des Zellinnern an Größe, da im Gefäß negativer Druck herrscht (RENNER 1911). Dieser ist in Abb. 4, T dargestellt. Der durch die Transpiration erzeugte negative Gefäßdruck überträgt sich auch auf die benachbarten Parenchymzellen; dabei wirkt ihm aber infolge der Elastizität ihrer Zellwände ein kräftiger Wanddruck entgegen, so daß der negative Turgor im lebenden Gewebe geringer ausfallen wird (Abb. 4, T, links).

Wenn wir nun ein solches Gefäß anschneiden, verschwindet dieser negative Turgor. An der Schnittstelle b schnellt er auf Null hinauf; auch im Parenchym wird er verschwinden, da sich diese Zellen bei intensiver Transpiration der Krone nahe am Welkungszustand befinden. Die Saugkraft Sz der Parenchymzellen kommt daher der Saugkraft ihres Zellinnern Si gleich, während Sz des Gefäßes annähernd auf Null gefallen ist. Es tritt also wieder wie im treibenden Sproß, der abgeschnitten wird, ein Saugkraftsprung auf, aber diesmal zugunsten der Parenchymzellen; diese schlucken daher den Inhalt der Gefäße begierig auf. Gießen wir Wasser auf die Schnittfläche, so wird dieses in die Gefäße hineingesogen, bis das Druckgefälle, das sich nach dem Anschneiden der Gefäße entwickelt hat (s. Abb. 4, T), wieder ausgeglichen ist.

Wenn dieser Zustand erreicht ist, kann der Baum im Versuch von JOST (s. Abschnitt 1, sub 4) wieder zu bluten beginnen, entweder durch Wurzeldruck oder, falls der Baum noch im Trieb ist, dadurch, daß, nachdem die benachbarten Zellen ihren Turgor wieder hergestellt haben, weiterhin osmotisch wirksame Substanz in die Gefäße ausgeschieden wird, sodaß sich nach und nach das Druckgefälle umkehrt, indem sich langsam die Verhältnisse von Abb. 2 einstellen.

## 6. Das Blutungsdruckgefälle.

Wie wir gesehen haben, ist an der Schnittstelle b der Druck im Gefäße = dem äußeren Luftdruck und steigt dann, wenn wir dem Gefäß folgen, bis er beim Punkte c den Überdruck erreicht, den wir messen, wenn wir ein offenes Manometer ansetzen. Über dem Gefäßteil c—b liegt daher ein Druckgefälle, das wir als Blutungsdruckgefälle bezeichnen.

Um sich linear zu entwickeln, braucht dieses Gefälle eine gewisse Strecke l, die nicht durch Querwände oder gar semipermeable Membranen unterteilt ist. Schneiden wir ein Gewebe von lauter isodiametrischen Zellen an (z. B. eine Kartoffel), so fällt der Turgor (= W + A) in den angeschnittenen Zellen auch auf Null, und aus den Nachbarzellen filtriert etwas Feuchtigkeit nach; aber die Unstetigkeit des Turgordruckes, die durch das Schneiden zwischen den intakten und den verletzten Zellen entsteht, bleibt bestehen und entwickelt sich nicht zu einem linearen Druckgefälle, wie es in den Gefäßen möglich ist. Dies ist der Grund, warum nur gefäßenthaltende Gewebe bluten können. Auch in den Tracheidenbahnen der Koniferen sinkt der Druck nur in der angeschnittenen Tracheide auf Null; die Fortpflanzung der Druck-

verminderung nach unten wird durch die Tracheiden-Querwände erschwert. So erklärt sich zwanglos das viel diskutierte Fehlen des Blutens bei den Gymnospermen.

Das Blutungsdruckgefälle, das sich wie jedes andere Gefälle ausgleichen will, ist die treibende Kraft beim Bluten. Solange es unterhalten wird, blutet der angeschnittene Trieb immer weiter. Wenn sich die Wunde schließt (verklebt usw.), kann das Gefälle durch erneutes Anschneiden wieder hergestellt werden, und der Stumpf blutet weiter (z. B. bei der Palmzuckergewinnung). Dazu muß aber eine grundlegende Bedingung erfüllt sein: Im umliegenden Gewebe und beim Punkte c unseres Schemas (Abb. 1) muß immer genügend Flüssigkeit vorhanden sein, um Saft nachliefern zu können. Wird so das Defizit fortwährend eingedeckt, spielt der Blutungsmechanismus unausgesetzt weiter. Es ist typisch für das Bluten, daß der Flüssigkeitsverlust auf ganz verschiedene Weise ergänzt werden kann: beim Bluten von am Boden abgeschnittenen Trieben durch den Wurzeldruck, beim lokalen Blutungsdruck oben am Stamm durch das Wasser des Transpirationsstromes oder gar bei abgeschnittenen Triebteilen durch das Wasser, in das sie eingestellt sind. Man hat sich oft gefragt, warum in letzterem Falle sich nicht auch Blutungssaft nach unten in das Wasser ergieße (RENNER 1915); dies ist nach der hier entwickelten Blutungstheorie nicht mehr merkwürdig, da die Holzparenchymzellen des eingestellten Endes ihren Turgor beibehalten, während diejenigen am oberen Ende des Triebes welken, sodaß sich das Blutungsdruckgefälle nur von unten nach oben entwickeln kann; diese Überlegung gilt natürlich nur, solange Querwände im Gefäße vorliegen, denn in einem beiderseitig geöffneten Gefäße müßte sich der Druck auch nach unten ausgleichen.

Es bleibt nun noch die Frage übrig: Wie groß ist die Länge l, über welche sich das Blutungsdruckgefälle erstreckt? Sicher muß sie länger sein als die Länge von Koniferen-Tracheiden und anderen Leitungszellen, denn zelluläre Leitgewebe bluten nicht; nur vaskuläre Leitungsbahnen können größere Mengen Blutungssaft liefern. Der Filtrationswiderstand für den Transpirationsstrom der Laubbäume beträgt nach HUBER für jeden Meter etwa 0,3 At. Nimmt man für den Blutungsstrom dieselbe Flüssigkeitsförderung an, so müßte sich bei einem Blutungsdruck von 1 At. das Blutungsdruckgefälle über mehr als 3 Meter erstrecken; da aber im allgemeinen der Blutungsstrom langsamer, d. h. mit weniger Reibungswiderstand fließt als der Transpirationsstrom, wie aus dem Vergleich der durch diese Ströme in gleichen Zeiten geförderten Flüssigkeitsmengen hervor-

geht, muß die Strecke l noch länger sein. Es folgt daraus, daß sich im allgemeinen das Blutungsdruckgefälle über mehr als eine Gefäßlänge erstreckt. Es kann sich dann natürlich nicht linear entwickeln, da die Kurven, die in Abb. 2 und 4 der Einfachheit halber als ungebrochene Gerade aufgezeichnet sind, bei jeder Querwand durch die entstehende Vergrößerung des Leitungswiderstandes einen Knick erleiden (s. Abb. 3).

Unter übrigens gleichen Umständen müssen daher Triebe mit längeren ununterbrochenen Leitungsbahnen im allgemeinen stärker bluten als solche mit häufiger unterteilten, da sich das Blutungsdruckgefälle über eine größere Strecke l erstreckt, und so mehr Parenchymzellen zum Bluten veranlassen kann. Dies ist der Grund, warum die Lianen mit ihren langen Gefäßen im allgemeinen kräftiger bluten als Laubbäume, während Gymnospermen mit ihren kurzen Tracheiden, wie schon erwähnt, überhaupt nicht bluten.

Kappen wir einen Trieb direkt über dem Boden, so wird sich das Blutungsdruckgefälle unter Umständen bis in die Wurzelspitzen hinaus ausdehnen.

## 7. Blutungsmenge.

Für den Transpirationsstrom kann mit einigen Einschränkungen das Gesetz von POISEUILLE für stationäres Fließen in Kapillaren angewandt werden. Für das Bluten kommt dieses Gesetz aber nicht in Frage, da es sich dabei um keine stationäre Strömung handelt, weil, soweit das Blutungsdruckgefälle reicht, von allen Seiten Blutungssaft ins Gefäß filtriert. Dadurch entstehen kleine Wirbel und dergleichen, sodaß die dynamischen Verhältnisse in einem blutenden Gefäße ganz anders sind als in einer Kapillare, die nur als Durchlaufleitung funktioniert.

Eine einfache Überlegung kann zeigen, daß die Gefäße beim Bluten nicht nur als Leitkapillaren in Betracht kommen, sondern auch für die Sekretion des Blutungssaftes eine Rolle spielen. Bei gleichem Blutungsdruck P und gleicher Kapillarenlänge l müßte nämlich ein Gefäß, das doppelt so weit ist, 16mal soviel bluten, wie ein um soviel engeres, da nach dem Gesetz von POISEUILLE die ausgeflossene Flüssigkeitsmenge mit der 4. Potenz des Kapillarenradius wächst. Wenn wir nun den denkbar extremsten Fall annehmen, daß ein Lianengefäß 10mal weiter sei als dasjenige eines sehr engporigen Leitgewebes, so müßte das Lianengefäß 10000mal mehr bluten! Eine solche Abhängigkeit des Blutens von den Gefäßdurchmessern ist aber nicht bekannt. Wohl bluten im allgemeinen Lianen etwas stärker, was aber, wie wir oben gesehen haben, ganz

gut dadurch erklärt werden kann, daß sich bei ihnen infolge der viel längeren Gefäße das Blutungsdruckgefälle besser entwickeln kann. Es muß daher aus dieser Betrachtung der Schluß gezogen werden, daß für die Blutungsmenge nicht der Gefäßdurchmesser die entscheidende Rolle spielt, sondern daß die Gefäßoberfläche, die als Einzugsgebiet des Blutungssaftes in Betracht kommt, die maßgebende Größe dafür vorstellt. Nach dieser Auffassung müßte unter übrigens gleichen Umständen die Blutungsmenge linear mit dem Radius der Gefäße und der Länge l des Blutungsdruckgefälles zunehmen.

Wenn wir nun fragen, ob das Leitungsparenchym so große Mengen Blutungssaft abgeben kann, wie sie in der Natur beobachtet werden, so sind wir auf ganz rohe Schätzungen angewiesen. Wir können z. B. messen, wieviel Wasser vom Parenchym aufgenommen wird, wenn eine $1/2$ At. Unterdruck (negativer Blutungsdruck) in den Gefäßen herrscht, und können dann schließen, daß Mengen von ähnlicher Größenordnung bei $1/2$ At. Überdruck frei werden könnten. Oder wir können den willkürlichen, aber wohl zu kleinen Ansatz machen, daß das Leitungsgewebe infolge des Saugkraftgefälles (Sz) durchschnittlich $1/100$ seines Volumens an Schwellwasser verliere; dann würde ein Splintmantel von $1/10$ $m^3$ genügen, um, abgesehen von aller Flüssigkeitszufuhr, 1 Liter Blutungssaft zu produzieren; dazu wäre bei einer Mächtigkeit des Splintes von 5 cm und einem Druckgefälle, das sich über 3 m erstreckt, ein Stamm von ungefähr 30 cm Durchmesser nötig.

Diese Blutungsmenge kann auf zwei Arten vergrößert werden: entweder ergänzen die Parenchymzellen ihren Wasserverlust aus unverletzten Leitungsbahnen wie beim lokalen Blutungsdruck und bluten weiter; oder der Wurzeldruck liefert Wasser, das sich mit dem Blutungssaft mischt, wie es bei nahe am Boden abgeschnittenen Trieben geschieht. —

Da in der Literatur überall Blutungs- und Wurzeldruck zusammen genannt und am Stammfuße auch gemeinsam gemessen werden, soll noch untersucht werden, ob zwischen diesen beiden Größen ein prinzipieller Unterschied besteht.

## 8. Reiner Blutungsdruck.

Beim sogenannten lokalen Blutungsdruck am Stamm ist sicher kein Wurzeldruck beteiligt, wenn weiter unten negativer Blutungsdruck nachzuweisen ist, wie z. B. bei der Palmzuckergewinnung (MOLISCH). Hier lastet also ein gewisser Druck auf Gefäßen,

die von den Transpirationsleitbahnen isoliert sind. Nach unserer Definition ist dieser

Blutungsdruck = dem Außendruck,

welchen die Parenchymzellen auf das Gefäß ausüben. Die Bedingung dafür, daß ein solches Gefäß, wenn es angeschnitten wird, nicht nur diesen Druck ausgleicht, sondern auch blutet, ist eine gewisse Saugkraft Si seines Inhaltes, die nach dem Eingriff Flüssigkeit aus den Nachbarzellen zu saugen vermag.

Die Saugkraft Si des Gefäßinhaltes, die zur Saugkraft der Zelle Sz wird, saugt aus den Nachbarzellen Wasser, und diese können ihren Verlust fortwährend von den Leitbahnen des Transpirationsstromes her eindecken. Dieser Vorgang dauert daher weiter, bis die Saugkraftdifferenzen des Gefäßes gegenüber dem anliegenden Parenchym aufgehoben sind.

Um den Saugkraftsprung zu verkleinern, könnten die Parenchymzellen ihren Turgor auf das Niveau desjenigen des Gefäßinhaltes senken; dies wird aber nur unvollkommen gelingen, solange sie mit wasserliefernden Geweben in Zusammenhang sind. Sie werden daher durch Hydrolyse von Stärke ihre Saugkraft zu vergrößern trachten. Ist aber eine gewisse Zuckerpermeabilität vorhanden, so werden die mobilisierten Zucker zum Teil fortwährend wieder herausgeschwemmt, sodaß es den Parenchymzellen nicht gelingt, die Saugkraftdifferenzen zum Verschwinden zu bringen.

Es brauchen also prinzipiell keine Permeabilitätsunterschiede vorhanden zu sein, es genügt, daß eine gewisse Permeabilität für die Stoffe, die ins Gefäß gelangen, besteht. Falls aber trotzdem aktive Flüssigkeitsausscheidungen im Sinne LEPESCHKINs tatsächlich auftreten, möchte ich sie wie den Wurzeldruck (siehe folgenden Abschnitt) von den eigentlichen Blutungserscheinungen abtrennen. Der Blutungsdruck erscheint dann als rein osmotische Kraft, die dadurch zur Auswirkung kommt, daß wir in Gefäßen, in denen sich osmotisch wirksame Substanzen befinden, an einem für die Pflanze unnatürlichen Orte ein Turgorgefälle anlegen.

Wenn wir so das Bluten als osmotischen Vorgang charakterisieren, müssen auch die reizphysiologischen Beobachtungen durch diese Betrachtungsweise erklärt werden.

Bei der Palmzuckergewinnung wird der weibliche Fruchtstand abgeschnitten und der Stumpf, aus dem später Zuckersaft werden soll, mechanisch durch Hämmern und durch tiefe Schnitte gereizt. Das hat wohl den Sinn, die Gefäße, die nach dem Palmtypus als Bogen in den Stamm laufen, nach unten hin zu isolieren.

Der Temperaturgang des Blutens sowie der Einfluß des Sauerstoffentzuges und des Narkotisierens von Pflanzen mit Chloroform auf die Blutungserscheinungen sind als Einwirkungen auf die semipermeablen Plasmahäutchen zu deuten[1]). Da diese Häutchen aus lebender Substanz bestehen, wird ihre Funktion durch solche Eingriffe gelähmt. Wenn daher ihre Tätigkeit ausfällt, verschwindet der Turgor T (Wanddruck W + Außendruck A) der Zellen. Die Saugkraft der Zellen Sz wird dann gleich der dem osmotischen Werte des Zellsaftes entsprechenden Saugkraft des Zellinnern Si, und das Bluten hört auf. Erwachen dagegen die Zellen wieder aus Kältestarre, Erstickungszustand oder Narkose, stellt sich die Semipermeabilität und damit Turgorgefälle sowie Saugkraftsprung wieder ein, so daß das Bluten erneut anfängt.

Diese Betrachtung gilt besonders auch für den Wurzeldruck, dem wir uns jetzt zuwenden.

## 9. Wurzeldruck.

Schon lange wurde angenommen, daß die Zellen der Wurzel Wasser in die Gefäße pressen; aber erst die Entdeckung des Endodermissprunges durch URSPRUNG und BLUM (1921, 1925) vermochte diese Auffassung zu beweisen.

Das Hineinpressen geschieht durch negative Saugkräfte, die als Filtrationsdruck angesprochen werden können. Besitzt das Wasser nach dem Filtrieren durch die semipermeable Membran noch einen gewissen Druck, so ist es mit einem Druck durchgepreßt worden, der den Filtrationswiderstand übertraf; wir wollen daher den Druck, der dem Wasser im Gefäße noch zukommt, als Filtrationsüberdruck bezeichnen. Dieser verteilt sich hydrostatisch über das Gefäß und kombiniert sich mit dem Außendruck von Parenchymzellen, der eventuell auf diesem Gefäße lastet. Wenn wir daher einen solchen Trieb abschneiden und ein Manometer anlegen, ist der Druck, den wir messen, zusammengesetzt:

1. aus dem Filtrationsüberdruck, den wir als reinen Wurzeldruck definieren können,
2. aus dem Außendruck, den die lebenden Zellen auf das Gefäß ausüben, und den wir als Blutungsdruck bezeichnet haben.

Ebenso ist der Saft, der aus Wurzelstrünken quillt, zusammengesetzter Art: Einerseits besteht er aus Filtrationswasser, das auf natürlichem Wege vom Wurzelparenchym in die Gefäße gepreßt

1) Wie wir oben sahen, braucht es sich dabei nicht um eine absolute, sondern nur um eine teilweise Semipermeabilität zu handeln.

wird, und andererseits aus „echtem“ Blutungssaft, der dem Gewebe infolge des Eingriffes auf pathologische Weise entzogen wird. Wenn sich das Turgorgefälle bis auf die Absorptionszone der Wurzeln hinab ausdehnt, was sehr wohl möglich ist, fällt auch für die Zellen, die Wasser ins Gefäß pressen, ein Teil des Gegendruckes weg, so daß sich bei genügender Wasserversorgung der Flüssigkeitsstrom vergrößern kann. Diese Überlegung gilt auch für den Fall, daß sich infolge starker Transpiration ein Welken des Leitungsparenchyms bis in die Wurzeln hinab geltend macht.

Wenn wir nun fragen, ob Blutungs- und Wurzeldruck getrennt voneinander direkt gemessen werden können, so ist dies nur beschränkt für den Blutungsdruck zu bejahen. Bei lokalem Bluten kann reiner Blutungsdruck vorliegen (sofern wenigstens das Stammparenchym nicht selbst Filtrationsüberdrucke entwickelt und so wie die Wurzel einen „Wurzeldruck“ schafft). Ebenso könnte theoretisch der Fall eintreten, daß in einem genügend hoch abgeschnittenen Wurzelstumpf infolge der dynamischen Verhältnisse, die durch das Öffnen der Gefäße entstehen, der Wurzeldruck durch die Reibungswiderstände aufgezehrt ist, bis die Gefäßflüssigkeit in die Blutungszone (gemessen durch die Strecke l, über die sich das Blutungsgefälle entwickelt) des Stammes gelangt. Das Ausfließen würde dann durch reinen Blutungsdruck unterhalten. Sobald man aber ein Manometer aufsetzt, um ihn zu messen, würde sich der Wurzeldruck hydrostatisch in die Blutungszone ausdehnen und die Messung fälschen. — Den Wurzeldruck allein direkt zu messen, dürfte überhaupt aussichtslos sein, da wohl auf jedem Gefäßinhalt neben dem vorhandenen Filtrationsüberdruck auch ein gewisser Außendruck von Parenchymzellen lastet, die sich am Hineinpressen von Wasser nicht beteiligen. Der reine Wurzeldruck kann deshalb nur indirekt durch Ermittlung negativer Saugkräfte nach der Zellmethode von URSPRUNG und BLUM (1921, 1925) bestimmt werden.

Es ist daher praktisch richtig, wenn man im allgemeinen Blutungs- und Wurzeldruck nicht auseinander hält, denn trotzdem es gelingt, sie ganz verschieden zu definieren, können sie doch direkt kaum voneinander getrennt gemessen werden.

## 10. Überblick.

Wenn eine Zelle angeschnitten wird, sinkt plötzlich ihr Turgor (= Wanddruck + Außendruck) auf Null. Dadurch steigert sich ihre Saugkraft Sz sprunghaft (Saugkraftsprung), und sie entzieht den Nachbarzellen Wasser. Ist die Zahl der Nachbarzellen so groß

wie bei einem Gefäß, können dem Gewebe beträchtliche Saftmengen entzogen werden, diese Erscheinung ist das Bluten.

Da die Gefäße tot sind, besitzen sie keinen Wanddruck, sondern nur einen Außendruck. Wir definieren daher den Blutungsdruck als den Außendruck, der auf dem Gefäße lastet und sich hydrostatisch darin verteilt.

Im Gegensatz dazu wurde der Wurzeldruck definiert als Filtrationsüberdruck, mit dem das Wasser von gewissen Wurzelparenchymzellen durch negative Saugkräfte in die Gefäße gepreßt wird. Im allgemeinen wird er immer von Blutungsdruck überlagert sein.

Blutungs- und Wurzeldruck verteilen sich nach den Gesetzen der Hydrostatik über die Gefäße (1 At. hält einer Wassersäule von 10 m das Gleichgewicht). Beginnt aber die Flüssigkeit zu strömen, so treten hydrodynamische Verhältnisse ein, die Druckkräfte werden durch Reibungswiderstände aufgezehrt. Nach der Formel von POISEUILLE läßt sich annähernd die Strecke l bestimmen, über welche bei gegebener Wasserführung der Wurzeldruck durch Reibung verloren geht. Für die Blutungszone ist dieses Gesetz dagegen nicht anzuwenden, da in den Gefäßen die stationäre Strömung durch seitliche Zuflüsse gestört wird.

Das Turgorgefälle und der dadurch entstehende Saugkraftsprung gegenüber den an das Gefäß grenzenden Parenchymzellen ist die Kraft, welche das Bluten unterhält. Solange dieses Gefälle besteht und genügend Wasser nachgeliefert wird (sei es durch den Transpirationsstrom in benachbarten unverletzten Gefäßen, durch Wasserreservoire, in die abgeschnittene Triebe eingestellt werden, oder durch Wurzeldruck), blutet der Baum immer weiter, bis die anstoßenden Parenchymzellen ihre Saugkraft Sz auf die Höhe derjenigen des Gefäßes gesteigert haben, oder sich die blutenden Gefäße durch Verkleben oder dergleichen schließen; im letzteren Falle blutet der Baum bei erneutem Öffnen der Leitungsbahnen weiter.

Ist der Baum im Trieb, so fällt der Saugkraftsprung Gefäß-Parenchymzellen positiv aus, das Gewebe blutet. Transpiriert er dagegen, so wird dieser Saugkraftsprung negativ; auf die Schnittfläche gegossenes Wasser wird begierig aufgesogen.

Da die Gefäße kein lebendes Protoplasma enthalten, lasten Blutungsdruck und Wurzeldruck nicht auf der Gefäßwand, sondern auf dem semipermeablen Plasmahäutchen der Nachbarzellen. Wird deren Lebensfunktion durch Narkose, Sauerstoffentzug oder Kälte

geschwächt, hört das Bluten auf. Erwachen dagegen die Zellen wieder, stellen sich die ursprünglichen Verhältnisse wieder her, und das Bluten geht weiter.

Falls die Semipermeabilität der Parenchymzellen keine vollkommene ist, werden mit dem angesogenen Wasser beständig Zucker und andere Stoffe ins Gefäß hinausgeschwemmt.

In dieser Weise werden sämtliche Beobachtungen über das Bluten der Bäume durch die aufgestellte Theorie erfaßt und zwanglos erklärt. Wichtig scheint mir dabei, daß nach dieser Auffassung das durch den Eingriff angelegte Turgorgefälle im Gefäß, welches auszugleichen sich die Pflanze vergeblich bemüht, die primäre Ursache des Blutens ist.

---

## Literatur.

BACHMANN, F.: Das Saftsteigen der Pflanzen. Ergebn. d. Biol. **1**, 343 (1926).
HUBER, B.: Der Wasserhaushalt der Pflanzen. Handb. d. norm. und path. Physiologie **6**, 1110 (1929).
JOST, L.: Pflanzenphysiologie, S. 75. Jena 1913.
LEPESCHKIN, W.: Pflanzenphysiologie auf physikalisch-chemischer Grundlage, S. 55–57. Berlin 1925.
MOLISCH, H.: Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei, S. 49–56. Jena 1916.
—, —: Über lokalen Blutungsdruck und seine Ursachen. Bot. Ztg. 1902, S 45.
PFEFFER, W.: Pflanzenphysiologie. Leipzig 1904.
RENNER, O.: Flora **103**, 171 (1911).
—, —: Wasserversorgung der Pflanzen. Handwörterbuch der Naturwissenschaften **10**, S. 545. Jena 1915.
URSPRUNG, A. und BLUM, G.: Dürfen wir die Ausdrücke osmotischer Wert usw. synonym gebrauchen? Biol. Zentralbl. **40**, 201 (1920).
—, — und —, —: Zur Kenntnis der Saugkraft IV. Der Endodermissprung. Ber. d. D. Bot Ges. **39**, 70 (1921).
—, — und —, —: Eine Methode zur Messung des Wand- und Turgordruckes der Zelle, nebst Anwendungen. Jahrb. wiss. Bot. **63**, 1 (1924).
—, — und —, —: Eine Methode zur Messung polarer Saugkraftdifferenzen. Jahrb. wiss. Bot. **65**, 1 (1925).
—, — und —, —: Lage der Wasserabsorptionszone in der Wurzel. SCHINZ-Festschrift 1928, S. 162.
WIELER: COHNs Beiträge zur Biologie **6**, 122 (1893).

## 48. W. G. Alexandrov: Beiträge zur Kenntnis des Gefäßbündels der dikotylen Krautpflanze.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Mai 1929. Vorgetragen in der Maisitzung.)

Nach den in der Pflanzenanatomie herrschenden Ansichten besteht das Gefäßbündel einer dikotylen Krautpflanze unwandelbar aus einer Reihe anatomischer Elemente. Während sich das Gefäßbündel in Tätigkeit befindet, erleiden Xylem und Phloem des Bündels eine Reihe Veränderungen. Doch bestehen diese nur in einer Vermehrung der Bündelmasse, was ein Ergebnis der Kambialtätigkeit ist. Indessen hat eine Reihe von Beobachtungen verschiedener Forscher gezeigt, daß die Phloem- und Xylemelemente außerordentlich eigenartigen Veränderungen unterliegen, welche bei höheren Pflanzen den Zustand des ganzen Bündelmassives in verschiedenen Perioden der Pflanzenexistenz wesentlich wandeln.

So wurde von BOODLE (1) darauf hingewiesen, daß die Siebröhren und das ganze Phloem verschiedener Vertreter von *Helianthus* zum Herbst hin verholzen. CHAUVEAUD (2) hat die Obliteration von Siebröhren und Gefäßen bei jungen Keimlingen verschiedener Pflanzen beschrieben. Die Obliteration der Siebröhren ist mehrmals beschrieben worden (3) und ist überhaupt eine sehr weit verbreitete Erscheinung. Die alten Siebröhren sterben nicht nur ab und obliterieren, sondern werden auch von Borke bildenden Pflanzen abgeworfen. Nicht selten obliterieren auch die alten Gefäße. Z. B. hat MOKEEWA die Obliteration von Gefäßen bei einigen Vertretern der *Umbelliferae* nachgewiesen (4). ALEXANDROV und ALEXANDROVA haben die Obliteration der Gefäße im Leitungssystem des Blattstiels beim Hanf beschrieben (5). Dabei war festgestellt worden, daß die Gefäßwände vor der Obliteration entholzen. Diese Entholzung und Gefäßobliteration findet in den Gefäßbündeln vieler Krautpflanzenstengel statt. ALEXANDROV und ALEXANDROVA haben die Entholzung und Obliteration der Gefäße in den Bündeln der Stengel von *Helianthus annuus* und *Ricinus communis* untersucht (6). Doch unterliegen der Entholzung und Obliteration augenscheinlich nur Gefäße mit ringförmigen und schraubenförmigen Wandverdickungen.

So sind also die in den Gefäßbündeln der Krautpflanzen stattfindende Verholzung der Phloemelemente, die Entholzung einiger

Xylemelemente sowie die Obliteration beider wesentliche Faktoren, welche scharfe Veränderungen in die Massive des Phloems und Xylems hineinbringen.

Besonders gut sind solche Veränderungen anatomischer Elemente der Gefäßbündel in den Bündeln des Sonnenblumenstengels ausgeprägt.

Nach BOODLE verholzen im Herbst die Wände der Siebröhren, ihrer Geleitzellen und des Bastparenchyms bei einigen von ihm untersuchten Vertretern der *Helianthus*arten. Die Verholzung beginnt mit denjenigen Teilen des Phloems, die an die Bastfasern grenzen. In einigen Bündeln, besonders bei sehr spät eingesammelten Pflanzen, verbreitet sich die Phloemverholzung über ihre ganze Masse, vom Hartbast an bis zum Xylem. Das Kambium fehlt in diesem Falle vollständig. Oft wird den Stellen gegenüber, wo im Xylem des Bündels sekundäre Markstrahlen auftauchen, das ganze Phloem, sogar noch in seinem unbeendeten Verholzungsstadium, von Quersträngen verholzter Elemente durchzogen, welche vom Hartbast zum Xylem gehen. Die Verholzung des Phloems verbreitet sich allmählich. Besonders stark ist die Verholzung des Phloems in den mittleren Abschnitten des Stengels. An der Basis des Stengels verholzt das Phloem fast gar nicht.

Die Beobachtungen von BOODLE haben außerordentlich eigenartige Besonderheiten im Zustand des Gefäßbündels gezeigt.

Uns war es interessant zu verfolgen, wie die Phloemverholzung bei der Sonnenblume sich über das eine oder das andere Gefäßbündel im Stengel verbreitet, angefangen vom apikalen Ende in der Richtung zum basalen. Vielleicht helfen solche Beobachtungen die Ursachen der Phloemverholzung festzustellen.

Für unsere Untersuchung hatten wir in Tiflis im Laufe des Sommers 1926 ein und dieselbe Sorte Sonnenblumen mehrere Male ausgesät. Die einen wuchsen auf Beeten, die anderen in Vegetationsgefäßen. Ein Teil der Pflanzen in Gefäßen wurde bei vollem Lichte gezogen, ein anderer Teil unter einem Vordach aus kleinkaliberigem Bambus; einige wuchsen in sehr tiefen Schatten — hinterm Fenster, das nach Norden gelegen war. Alle Pflanzen wurden zur Zeit des Samentragens gesammelt, die meisten mit reifen Samen. Die Sonnenblumen wurden von uns vom April bis zum September ausgesät. Die Einsammlung des Materials fand im Juli, August, September und Oktober statt. Die Pflanzen, welche im November ausgesät waren, überwinterten auf dem Balkon des Laboratoriums und wurden erst im Juni des nächsten Jahres eingesammelt.

In allen von uns untersuchten Exemplaren der Sonnenblume fanden wir immer eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Verholzung des Phloems. Die allerstärkste Verholzung beobachteten wir an Pflanzen, welche im April gesät und im Juli eingesammelt waren, die schwächste dagegen bei den überwinterten Kulturen.

Folglich ist die späte Wachstumszeit der Pflanze nicht als einzige oder wesentlichste Ursache der Phloemverholzung anzusehen. Die Verholzung des Phloems erfolgt unter jeder Bedingung. Sogar bei starker Beschattung, hinterm Fenster, tritt bei einigen Bündeln eine ziemlich bedeutende Phloemverholzung zur Zeit der Samenreife ein.

Die Entholzung der Gefäßwände ist in den Bündeln des Sonnenblumenstengels ebenfalls eine außerordentlich gewöhnliche Erscheinung. Bei allen Pflanzen, mit denen wir zu tun hatten, beobachteten wir immer eine Entholzung der Gefäße. Der Entholzung unterliegen nicht nur die Wände der Gefäße, sondern auch der anderen verholzten Elemente, die in der Nähe dieser Gefäße gelegen sind, d. h. des Parenchyms und der Perimedullarfasern. Auch in den Blattstielen findet die Entholzung statt.

Es erfolgt also in den Gefäßbündeln der normal wachsenden Pflanze einerseits eine Phloemverholzung, andererseits eine teilweise Entholzung des Xylems. Das Gefäßbündel einer dikotylen Krautpflanze stellt ein Gebilde dar, welches sich einer Reihe von gesetzmäßigen Veränderungen sowohl progressiven als auch regressiven Charakters unterzieht.

Untersuchen wir einige Beispiele von Gefäßbündeln der Sonnenblume, um die Veränderungen, die sich darin vollziehen, besser unterstreichen zu können.

Da die Pflanzen nach dem Reifen des Samens gesammelt waren, so hatte die Kambialtätigkeit fast in allen Stengelbündeln schon aufgehört. Sogar in den Bündeln, welche z. B. vom Blatt des 18. Knotens hinunterliefen, fand sich, wie die Untersuchungen von ALEXANDROV und ALEXANDROVA (7) bewiesen haben, in den Pflanzen mit ausgereiftem Samen kein Kambium. Überhaupt ist die Kambialtätigkeit der Bündel, welche von den oberen Blättern kommen, zeitlich äußerst beschränkt. Doch auch in den Bündeln der unteren Stengelabschnitte findet sich kein Kambium. Es wird vor dieser Periode des Pflanzenlebens vollkommen aufgebraucht, indem es sich in die entsprechenden Elemente von Phloem und Xylem umwandelt; und neue Kambialzellen entstehen nicht mehr.

Als typisches Beispiel für ein Gefäßbündel im Stengel der Sonnenblume kann der Blattspurstrang der mittleren Ader vom

Blatt des 18. Knotens bei einer Pflanze dienen, welche in Tiflis in einem Zeitraum vom Juni bis September 1927 aufgezogen wurde.

Abb. 1. Querschnitt durch den Spurstrang der Mittelader des Blattes vom 18. Knoten. Schnitt im apikalen Teile des Bündels.

Der Querschnitt dieses Bündels ist in seinem apikalen Teile auf Abb. 1, im Basalteile auf Abb. 2 gezeigt.

Abb. 1. Das Gefäßbündel, das als Spurstrang eines der oberen Blätter im Stengel verläuft, zeigt im Apikalteile sehr schwache Spuren einer rasch verlöschenden Kambialtätigkeit. Das ganze

Massiv des Bündels ist aus vaskulärem Meristem[1]) unter schwächster Mitwirkung des Kambiums entstanden. In fertigem Zustande,

Abb. 2. Querschnitt desselben Bündels, jedoch im Basalteile. Die Entfernung zwischen dem ersten und zweiten Querschnitt beträgt 13 cm.

bei beendetem Wachstum, entwickelt der Apikalteil des Bündels folgendes Bild.

---

1) Le méristème vasculaire nach FLOT (8) = Verdickungsring nach SANIO.

Den äußeren Teil des Bündels nimmt ein Hartbastmassiv ein. Nach innen hin ist ein gut ausgeprägtes Phloemmassiv gelegen. Nach dem Phloem kommt ein schmaler Streifen von verholzten Elementen. Dieser Streifen besteht aus 2—3 Reihen Holzparenchymzellen und stellt das Ergebnis der Kambialtätigkeit dar. Nach dem Streifen Holzparenchym liegen Gefäßketten in mehreren Reihen. Das Parenchym zwischen den Gefäßen ist nicht verholzt. Vom Mark sind die inneren Enden der Gefäßketten durch sehr feine, dickwandige Elemente der Perimedullarfasern abgegrenzt. Die Zellwände der Perimedullarfasern sind, wie auch diejenigen des Parenchyms zwischen den Bastteilen, verholzt.

Abb. 2. Auf dieser Abbildung ist ein Querschnitt desselben Bündels wie auf Abb. 1 zu sehen, jedoch in seinem basalen Teile, vor der Verschmelzung mit einem anderen Bündel. Die Entfernung zwischen Apikal- und Basalende des Bündels beträgt 13 cm. Das untere Ende des Bündels hat im Vergleich mit dem oberen eine etwas andere Struktur. Der inneren Seite des Hartbasts liegt ein Streifen an, welcher aus Zellen mit verholzten Wänden besteht. Im apikalen Ende des Bündels findet sich dieses Gewebe nicht. Es stellt ein Ergebnis der Phloemzellenverholzung dar. Die Zellen des verholzten Phloems unterscheiden sich von den Zellen des Hartbasts durch eine geringere Dicke der Wände. Dem gut ausgeprägten Phloem folgt unmittelbar ein breiter Streifen Holzparenchym, ein Ergebnis der Kambialtätigkeit. Ein solcher Streifen existiert auch im Apikalende des Bündels, doch ist er dort bedeutend schmäler. Folglich ist am Basalende des Bündels die Kambialtätigkeit schärfer ausgeprägt. Das Kambium arbeitet dort entweder intensiver oder eine längere Zeit. Die Perimedullarfasern kommen in ganz kleinen Gruppen vor, welche die Gefäßketten abschließen, freilich auch nicht überall. Das Parenchym zwischen den Gefäßketten ist nicht verholzt.

Noch größeren Veränderungen unterliegen die Bündel, welche von den Blättern der unteren Stengelzonen kommen. Auf Abb. 3 sehen wir den Querschnitt durch den Basalteil eines Bündels, welches von einer der Adern des Blattes vom 3. Knoten kommt. Aus technischen Gründen haben wir das kleinste Bündel zum Aufzeichnen gewählt.

Das Phloem dieses Bündels ist fast vollkommen verholzt. Nur kleine Inseln nicht verholzten Phloems sind übrig geblieben, die von Strängen aus verholzten Zellen durchzogen werden. Ebenfalls scharf ausgeprägt ist die Entholzung des Xylems. Die allerältesten Gefäße in den Ketten sind vollständig entholzt und ver-

schwunden; von den Perimedullarfasern haben sich nur zwei Zellen erhalten. Dagegen ist das Parenchym zwischen den Gefäßen bedeutend verholzt. Solche Bündel, wie das eben beschriebene, sind in den unteren Stengelzonen leicht zu finden. Durch unsere

Abb. 3. Querschnitt durchs basale Ende des Bündels, das vom Blatt des 3. Knotens kommt. Gezählt werden die Knoten von der Basis des Stengels aus.

Beobachtungen ist festgestellt, daß die Verholzung des Phloems in denjenigen Bündeln besonders stark ausgeprägt ist, die von Blättern kommen, welche sich auf dem Wege zum Absterben befinden. Die Verholzung des Phloems ist ein regressiver Vorgang. Dasselbe kann man auch von der scharf ausgeprägten Entholzung der Gefäße sagen.

Verfolgt man mit Hilfe von konsekutiven Querschnitten die Strukturveränderungen eines Bündels mit stark verholztem Phloem, so kann man eine außerordentlich eigenartige Erscheinung beobachten. Das Phloem jedes Bündels ohne Ausnahme bleibt nur bis zu der Stelle verholzt, wo es mit dem Nachbarbündel verschmilzt. Sowie die Verschmelzung stattgefunden hat, nimmt das Phloem ein anderes Aussehen an. In den Massiven, welche ein Ergebnis dieser Verschmelzung sind, zeigt das Phloem keine Spur von Verholzung. Oft genügt eine gegenseitige bloße Berührung, um jede Spur von Phloemverholzung verschwinden zu lassen. Wie bekannt, vereinigt sich jedes einzelne Bündel mit einem solchen, das von höher gelegenen Blättern kommt. Dieses letztere kann wiederum durch Verschmelzung mehrerer Bündel entstanden sein, welche von einigen der oberen Blätter kommen. Eine besonders starke Bündelverschmelzung, eine Verschmelzung in große Massive, erfolgt im unteren Stengelteil. In solchen Massiven bleibt das Phloem unverändert. Die Verholzung des Phloems findet nur in Bündeln statt, welche getrennt als Blattspurstränge verlaufen und durch breite Parenchymstreifen (Markstrahlen) voneinander abgesondert sind. Auch BOODLE erwähnt, daß das Phloem in den von ihm beobachteten Pflanzen sich im unteren Stengelteile nicht veränderte.

Welches ist der Grund für diese Verschiedenheit im Verhalten des Phloems der einzeln verlaufenden Bündel und der im unteren Stengelteil gelegenen Massive, die durch Verschmelzung mehrerer Bündel entstanden sind?

Die Beobachtungen haben gezeigt, daß die Verholzung des Phloems in denjenigen Bündeln erfolgt, die von alten, absterbenden Blättern kommen. In Bündeln dagegen, welche von vollkommen lebenstätigen Blättern ausgehen, verholzt das Phloem nur sehr unbedeutend oder auch gar nicht. Deshalb ist es durchaus wahrscheinlich, daß auf die aus mehreren Bündeln verschmolzenen Massive irgendwelche Impulse einwirken, welche das Phloem in unverändertem Zustande erhalten, d. h. seine Verholzung nicht zulassen. Unter den Bündeln, welche bei ihrer Verschmelzung im unteren Teile des Stengels Massive gebildet haben, sind zweifellos auch solche, welche von vollkommen lebenstätigen Blättern kommen. Offenbar wird die Wirkung dieser lebenstätigen Blätter von den Blattspursträngen bis in die Massive geleitet, in deren Bestand sie beim Verschmelzen eingetreten sind.

Überhaupt übt die Verschmelzung eines bisher einzeln verlaufenden Bündels mit einem aus höheren Stengelzonen kommenden

einen sehr merklichen Einfluß auf den Bau des eintretenden Bündels aus. Nicht nur das Phloem ändert sich, sondern auch das Xylem.

Wie man in unseren Abbildungen sieht, besteht das Xylem des Bündels vor der Verschmelzung aus Gefäßen und aus Holzparenchym, das sich als ununterbrochenes Massiv vor diesen befindet. Das Massiv des Holzparenchyms ist ein Ergebnis der Kambialtätigkeit und besitzt gar keine Gefäße. Folglich lagert das Kambium im einzeln verlaufenden Bündel des Sonnenblumenstengels manchmal nur Holzparenchym ab. Doch sowie die Verschmelzung des Bündels mit einem anderen erfolgt, erscheinen im Holzparenchym Gefäße. Nicht selten kommt es vor, daß die Bündel eine Strecke weit sich nur berühren, aber nicht verschmelzen und die Eigenart ihres Äußeren beibehalten. Doch genügt eine unmittelbare Berührung der Bündel schon, um die entsprechenden Veränderungen im Phloem und Xylem hervorzurufen. Aus dem Gesagten kann man schließen, daß die Physiologie des Kambiums in einzeln verlaufenden Bündeln eine andere ist, als die des Kambiums in den durch Verschmelzung einzelner Bündel gebildeten Massiven. In den einzeln verlaufenden Bündeln bildet das Kambium mehr gleichartige Xylemelemente, in Massiven aber gleichzeitig Holzparenchym und Gefäße. Offenbar halten die lebenstätigen Blätter die Verholzung des Phloems auf und geben den Anstoß zur Bildung von Gefäßen aus dem Kambium.

Alle beschriebenen Erscheinungen zeigen sich in denjenigen Bündeln der unteren Stengelregionen, welche ohne vorhergehende Gabelung verschmelzen.

Ziehen wir den Schluß.

Zur Zeit der Samenreife erleiden Phloem und Xylem in den einzeln verlaufenden Gefäßbündeln des Sonnenblumenstengels eine Reihe von Veränderungen. Das Phloem unterliegt einem Verholzungsvorgang, während die Elemente des Xylems entholzen. Phloemverholzung und Xylementholzung sind besonders gut in den Bündeln, die von den Blättern der unteren Stengelzone kommen, ausgeprägt. Beide Vorgänge sind in den klimatischen Verhältnissen Transkaukasiens eine gewöhnliche Erscheinung und finden bei jedem Verfahren des Pflanzenaufziehens statt.

Folglich stellt das Gefäßbündel des Sonnenblumenstengels ein Gebilde dar, welches im Laufe des Pflanzenlebens sehr wesentliche Strukturveränderungen erleiden kann. Das Bündel stellt nicht etwas dar, was sich ein für allemal gebildet hat.

Die Zeichnungen sind von O. G. ALEXANDROVA ausgeführt.

---

Literatur.

1. BOODLE. Annals of Botany. 1906. Vol. 20.
2. CHAUVEAUD. Annales des sc. natur. 1911. Vol. 13.
3. SCHMIDT. Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen.
4. MOKEEWA. Bulletin der Mittelasiatischen Staatsuniversität. 1927.
5. ALEXANDROV und ALEXANDROVA. Planta. 1929.
6. — und —. Botanisches Archiv. 1929. Bd. 25.
7. — und —. Zeitschrift d. russ. bot. Ges. 1929.
8. FLOT. Revue Generale de Botanique. 1905/7. V. 17/19.

---

## 49. Marie Lilienstern: Physiologische Untersuchung über die Ursachen des Vorkommens von Marchantia polymorpha L. auf Feuerstätten.

(Biologisches Laboratorium des Staatsinstituts für wissenschaftliche Pädagogik in Leningrad.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 18. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung.)

In meinen früheren Untersuchungen über *Marchantia polymorpha* gelang es mir, der Wirkung von Lichtintensität, Feuchtigkeitsgrad, gesamter Salzkonzentration, Konzentration von $Ca^{\cdot\cdot}$ und $Mg^{\cdot\cdot}$ näher zu treten. Die vorliegende Untersuchung wurde hauptsächlich der Wirkung von verschiedener Kaliumkonzentration auf die Entwicklung von *Marchantia* gewidmet, da zu vermuten war, daß das Vorkommen von *Marchantia* auf Feuerstätten, als sogenannte Pionierpflanze, mit einer Vorliebe für dieses Element verbunden ist. Als Ausgangsmaterial dienten die Brutknospen von *Marchantia polymorpha* L., welche seit drei Jahren in Reinkultur gezüchtet wird, und mit welcher alle vorigen Versuche angestellt wurden.

### Methodik.

Als Nährboden diente Siliciumgallerte, welche aus Natriumsilikat KAHLBAUMs hergestellt wurde, und die Lösung Marchal folgender Zusammensetzung: $(NH_4)_3 PO_4$ = 0,5 Gr., $(NH_4)_2 SO_4$ = 0,25 Gr., $MgSO_4$ = 0,25 Gr., $CaSO_4$ = 0,25 Gr., $FeCl_3$-Spuren, Wasser 1 Liter. Kalium wurde in Form von $K_2SO_4$ oder KCl in verschiedenen molaren Konzentrationen zugefügt. Die Lösung wurde dermaßen hergestellt, daß nach dem Verdünnen mit Siliciumgallerte sie als Gesamtmenge der Salze ca. 0,85 pro Mille enthält. In den vorigen

Versuchen erwies sich diese Salzkonzentration als die günstigste für die Entwicklung von *Marchantia*, höhere verursachten eine xeromorphe Struktur. Die Versuche wurden in Kochschalen angestellt, welche durch Striche in zwei oder vier Teile geteilt wurden, und auf jeden Teil kamen Brutknospen von verschiedenen Kulturen. Auf solche Weise gewinnen die Resultate an Klarheit, falls sie bei mehreren Kulturen in absolut identischen Bedingungen übereinstimmen. Außerdem wurden stets mehrere Parallelkulturen angestellt. Alle Schalen standen auf dem Südfensterbrett und wurden von Zeit zu Zeit umgestellt, um die Beleuchtungsbedingungen auszugleichen. Als Kriterium der günstigen Wirkung von Lösungen dienten die Thallusflächen und die Zeit der Anlage von Brutknospen. Laut zahlreichen Angaben in der Literatur ist es bekannt, daß die Bildung von Brutknospen eine gute vegetative Entwicklung beweist.

## Die Beschreibung der Versuche.

Der erste Versuch wurde am 1. 5. 1928 angestellt. $K_2SO_4$ wurde in folgenden molaren Konzentrationen eingetragen: 0,002, 0,004, 0,006, 0,008 und 0,01 bei einem $p_H$ 6,5. Während des Sommers konnte ich die Entwicklung der Kulturen nicht beobachten, da ich abwesend war. Am 24. 8. nach der Rückkehr fand ich die Kulturen gut entwickelt, Brutknospenbecher waren aber nur auf der Konzentration $K_2SO_4$ 0,01 reichlich entwickelt, auf den anderen fehlten sie gänzlich. Ich muß betonen, daß der Sommer 1928 bei uns außerordentlich regnerisch war, und daß die Kulturen sich in ungünstigen Beleuchtungsbedingungen befanden. Eine analoge Erscheinung wurde von FREUND bei *Oedogonium pluviale* festgestellt, auf Grund welcher er behauptet, daß, wenn die Pflanze über eine größere Salzmenge verfügt, das Wachstum bei einer niedrigeren Lichtintensität zustande kommt als bei Salzmangel. Diese Erscheinungen stimmen mit dem Gesetz von MITSCHERLICH über die Unabhängigkeit der Wirkung einzelner Faktoren überein. Um die Kultur mit Brutknospen für weitere Versuche während der sonnenlosen Herbst- und Wintermonate zu erhalten, wurden Thallusstücke in Kochschalen mit Nährboden steril umgepflanzt, und auf solche Weise verfügten wir im Dezember über einige Kulturen mit reichlich entwickelten Brutknospen. Zu dieser sonnenlosen Jahreszeit in unserem Klima ist es kaum möglich, die Entwicklung von *Marchantia* aus Brutknospen zu erzielen, und deswegen wurden die Versuche erst Ende Dezember wieder angestellt. Bis Ende Mai gelang es

uns, sechs Versuchsserien erfolgreich durchzuführen und übereinstimmende Resultate zu erreichen. Zur Beschreibung derselben will ich jetzt antreten.

## Versuch II.

Die molaren Konzentrationen von $K_2SO_4$ waren: 0,002, 0,004, 0,008 und 0,012 bei $p_H$ 5,8. In jede Schale kamen Brutknospen von zwei verschiedenen Kulturen, welche vom selben Alter waren, ihr Habitus war aber verschieden. Beide Kulturen wurden durch Regeneration erhalten. Die eine, welche auf einer Kaliumkonzentration von 0,002 kultiviert wurde, hatte breite Thallus, große Brutknospenbecher, große Brutknospen (ich werde sie als Kultur N bezeichnen), die andere, welche auf einer Kaliumkonzentration von 0,04 mol. kultiviert wurde, hatte eine xeromorphe Struktur: kleine wellige Thallus, außerordentlich kleine Brutknospenbecher und sehr kleine Brutknospen (sie wird als Kultur X bezeichnet). Die Brutknospen von beiden Kulturen wurden mittels Mikroprojektion gezeichnet und ihre Flächen planimetrisch bestimmt. Die Flächen verhielten sich wie 8 : 3.

In allen Lösungen wurde der osmotische Druck kryoskopisch bestimmt, alle Werte sind in der Tabelle 1 angegeben. Ende Februar ließen alle unsere Kulturen ein sehr klares Bild erkennen. Alle Pflanzen, welche aus Brutknospen X stammten, waren viel kleiner als diejenigen von Brutknospen N. Außerdem war ihre Thallusform weniger differenziert. In den Schalen ohne Kalium war die Entwicklung sehr wenig fortgeschritten, die Thallus waren klein, und der Form nach erinnerten sie an Brutknospen. Am 21. Februar wurden von jeder Kultur Thallus entnommen, mikroprojiziert, gezeichnet und die Flächen planimetrisch bestimmt. Die Resultate werden durch die Abb. 1 und die Tabelle 1 illustriert. Als optimale Kaliumkonzentration erwies sich 0,008 mol., auf ihr fand die Anlage von Brutknospen um zehn Tage früher statt als auf Kulturen, welche auf anderen Kaliumkonzentrationen sich entwickelten. Die Entwicklung schritt rasch fort. Ende März waren alle Kulturen reichlich mit Brutknospen versehen, außer der Kultur ohne Kalium, auf welcher erst am 19. 4. einige Brutknospen erschienen. Der Versuch wurde dann liquidiert, und die Flächen von neuem planimetrisch bestimmt. (Tabelle 1). Bis zum Ende des Versuchs erwies sich die Kaliumkonzentration 0,008 mol. als optimal für die Entwicklung. Aus diesem Versuch kam zum Vorschein, daß:

1. ohne Kalium sich *Marchantia* sehr schwach entwickelt. Die Brutknospen erschienen im Vergleich mit anderen Kulturen mit

Versuch II. Aussaat am 20. 12. 1928. Tabelle 1.

| Bezeichnung der Kultur | | Molare Kaliumkonzentration | Osmotischer Druck der Lösung in Atm. | $p_H$ | | Relative Thallusfläche am 21. 2. | Zuwachs in % | Relative Thallusfläche am 8. 4. | Anlage von Brutknospen am | Beobachtungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ursprünglich | am Ende des Versuchs | | | | | | |
| 1 | N | 0 | 0,36 | 5.8 | 5.0 | 37,6 | 414 | 222 | 19. 4. | — | — |
| 2 | X | 0 | 0,36 | 5.8 | 5.8 | 22 | 513 | 214 | 19. 4. | — | — |
| 3 | N | 0,002 | 0,42 | 5.8 | 5.8 | 261 | 3150 | 226 | 19. 3. | 19. 3. 1 Brutknospenbecher | 5. 4. viele |
| 3 | X | 0,002 | 0,42 | 5.8 | 5.8 | 122 | 3287 | 135 | 21. 3. | 21. 3. „ „ | 5. 4. „ |
| 4 | N | 0,004 | — | 5.8 | 5.8 | 271 | 3458 | 323 | 19. 3. | 19. 3. „ „ | 5. 4. „ |
| 4 | X | 0,004 | — | 5.8 | 5.8 | 109 | 2900 | 100 | 19. 3. | 19. 3. 4 Brutknospenbecher | 5. 4. „ |
| 5 | N | 0,008 | 0,5 | 5.8 | 5.8 | 283 | 3360 | 408 | 2. 3. | 2. 3. 1 Brutknospenbecher | 19. 3. „ |
| 5 | X | 0,008 | 0,5 | 5.8 | 5.8 | 100 | 2587 | 188 | 1. 4. | 1. 4. einige Brutknospenbecher | 5. 4. „ |
| 6 | N | 0,012 | 0,72 | 5.8 | 5.8 | 227 | 2650 | — | 21. 3. | 21. 3. „ „ | 5. 4. „ |
| 6 | X | 0,012 | 0,72 | 5.8 | 5.8 | 130 | 3462 | — | 21. 3. | 21. 3. „ „ | 5. 4. „ |

einer Verspätung von einem Monat und zwar sehr spärlich. Dieses stimmt mit den Ergebnissen von anderen Forschern überein. SERVATTAZ fand, daß der Mangel von Kalium die Entwicklung von Laubmoosen verzögert. FREUND behauptet, daß wenn auch nur ein Kation oder Anion der Knoplösung mangelte, so war die Entwicklung von *Oedogonium pluviale* mehr oder weniger geschwächt. SCHAFFNITT fand, daß bei ungenügender Kaliumgabe die Vegetationsperiode von höheren Pflanzen verzögert wird.

N X
-K
+K 0.002
+K 0.004
+K 0.008
+K 0.012

Abb. 1.

2. Als optimale Kaliumkonzentration erwies sich 0,008 mol., sie verursachte die Entwicklung der größten Thallusfläche und die früheste Anlage von Brutknospen.

3. Die Kulturen, welche von kleinen Brutknospen stammten, unterschieden sich zwar der Thallusfläche nach von den Kulturen aus großen Brutknospen, ihr Entwicklungszyklus verlief aber parallel und die Anlage von Brutknospen fing gleichzeitig an.

Der Versuch III verfolgte den Zweck, dem Problem des Vorkommens von *Marchantia* auf Feuerstätten als Pionierpflanze etwas näher zu treten. In der Literatur fand ich nur die Feststellung,

dabei keine Erklärung der Ursachen dieser Erscheinung. Die einzige Behandlung dieses Problems fand ich bei GURLITT, welcher die Ursachen des Vorkommens von *Funaria hygrometrica* auf Feuerstätten untersuchte, indem er Beobachtungen unmittelbar auf Feuerstätten machte und spezielle Versuche anstellte. GURLITT behauptet, daß auf den Feuerstätten die Erde außer der Pottasche noch die Produkte der trockenen Holzdestillation enthält wie Harz, Guajacol, Holzessig usw., welche die verkohlten Holzstücke und Blattreste durchtränken. Unmittelbar nach dem Brand ist die Reaktion des Bodens alkalisch, auf älteren Feuerstätten, auf welchen *Funaria hygrometrica* schon vorhanden ist, ist die Reaktion schon neutral. Von GURLITT wurden Sporen von *Funaria* und *Polytrichum* unmittelbar nach dem Waldbrand ausgesät, nach fünf Monaten fing *Funaria* zu keimen an, *Polytrichum* keimte überhaupt nicht. Außerdem wurden von ihm Sporen von *Funaria* und *Polytrichum* auf Agar-Agar mit Knoplösung ausgesät, welche vorher eine zeitlang der Wirkung von verschiedenen Produkten der Trockendestillation von Holz (Guajacol, Kreosot, Holzessig u. a.) mit Pottasche ausgesetzt wurden. *Funaria* konnte diese Produkte sehr gut vertragen und keimte sofort nach dem Übertragen in die Knoplösung. Die Sporen von *Polytrichum* erwiesen sich dagegen als viel empfindlicher. Auf Grund dieser Versuche behauptet GURLITT, daß *Funaria* deswegen auf Feuerstätten gedeihen kann, weil sie eine hohe Salzkonzentration und die Produkte der trockenen Holzdestillation vertragen kann. Die Ergebnisse von GURLITT fanden eine Bestätigung in einer neu erschienenen Arbeit von RÄSÄNEN, welcher behauptet, daß *Ceratodon purpureus* als Pionierpflanze auf mit Teer gestrichenen Dächern vorkommt.

Die Versuche von GURLITT stimulierten mich zur folgenden Versuchsanstellung. In Kochschalen, welche durch zwei perpendikuläre Striche in vier gleiche Teile geteilt wurden und Siliciumgallerte mit der Lösung Marchal und $K_2SO_4$ 0,002 und 0,008 mol. bei $p_H$ 6,0 und 6,6 für jede Konzentration enthielten, wurden Brutknospen von *Marchantia* folgendermaßen aufgetragen: auf zwei Flächen kamen Brutknospen, welche unmittelbar aus den Bechern entnommen wurden, auf die dritte und vierte solche, welche im Laufe von fünf Tagen der Wirkung von folgenden Lösungen ausgesetzt wurden:

| I. $K_2CO_3$ | 1 Gr. | II. $K_2CO_3$ | 1 Gr. |
|---|---|---|---|
| Guajacol | 0,25 | Holzessig | 0,25 |
| Wasser | 1 Liter | Wasser | 1 Liter |

Agar-Agar 2 %.

Versuch IV. Aussaat am 4. 3. 1929. Tabelle 2.

| Bezeichnung der Kultur | Vorbehandlung | Konzentration von $K_2SO_4$ | Relative Thallusfläche am 15. 4. | Anlage von Brutknospen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Kontrolle | 0,008 | 100 | — | Kulturen befallen vom Schimmelpilz |
| 3 | Guajacol | 0,008 | 167 | 24. 4. | |
| 4 | Holzessig | 0 008 | 145 | 24. 4. | |

Abb. 2.
1 u. 2 Kontrollkulturen. 3 vorbehandelt mit Guajacol. 4 vorbehandelt mit Holzessig.

Das $p_H$ der ersten Zusammensetzung war 6,8 — der zweiten 6,9 — also nicht alkalisch trotz der hohen Konzentration von $K_2CO_3$ im Vergleich mit Guajacol und Holzessig. In einigen Reagenzröhrchen mit den oben erwähnten Lösungen wurden die Brutknospen gelassen und nicht übertragen, um zu verfolgen, wie sie sich gegen diese Stoffè bei einer längeren Einwirkung verhalten.

Der Versuch wurde am 4. März angestellt. Am 11. März war in allen Kulturen die Entwicklung zu bemerken, die vorbehandelten ließen sich von den Kontrollkulturen nicht unterscheiden. Am

5. April war es deutlich zu sehen, daß bei den vorbehandelten Kulturen die Thallusfläche größer war, und zwar unabhängig davon, wie die Kaliumkonzentration und das $p_H$ waren. (Abb. 2, Tabelle 2.) Am 15. April waren alle Kontrollkulturen vom Schimmelpilz befallen und gingen zugrunde, die vorbehandelten sahen frisch und gesund aus und bildeten Brutknospen, obwohl sie sich in denselben Schalen befanden, erwiesen sich also resistenter gegen Schimmelpilze. In den Reagenzröhrchen mit Guajacol gingen nach zehn Tagen die Brutknospen zugrunde, dagegen auf Holzessig keimten sie und bildeten kleine Thalli und Rhizoiden, die weitere Entwicklung konnte aber wegen Mangel an Nährstoffen nicht stattfinden.

Die V. und VI. Versuchsserie verfolgten den Zweck, die Wirkung von höheren Kaliumkonzentrationen mit den Anionen Cl und $SO_4$ zu untersuchen. Es wurden KCl und $K_2SO_4$ in den molaren Konzentrationen 0,004, 0,008, 0,012 und 0,016 verwendet, und in jede Schale kamen Brutknospen von zwei Kulturen von verschiedenem Alter. In den beiden Versuchsserien und in Parallelkulturen war kein Unterschied in der Wirkung von beiden Salzen zu sehen, keines von beiden erwies sich als schädlich. Die Anlage von Brutknospen fing zuerst auf 0,016 mol. KCl und $K_2SO_4$ an, dann auf 0,012 und zuletzt auf den übrigen.

Damit ist unser Tatsachenmaterial erschöpft, und die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen resümieren:

1. Kaliummangel verzögert die Entwicklung von *Marchantia*.
2. *Marchantia* erwies sich als unempfindlich gegen die Produkte der trockenen Holzdestillation (Guajacol, Holzessig).
3. Sie verträgt eine hohe Kaliumkonzentration, 0,016 mol. erwies sich als äußerst günstig für ihre Entwicklung; in unseren Versuchen vom Jahre 1928 erwies sich dagegen $Mg^{\cdot\cdot}$ als schädlich in der Konzentration 0,005 mol., falls es vom $Ca^{\cdot\cdot}$ nicht balanciert war.
4. Nach dem Vorbehandeln mit Pottasche und Guajacol oder Holzessig erwies sich *Marchantia* als widerstandsfähiger gegen Schimmelpilze.
5. Das Verhalten von *Marchantia* in unseren Versuchen kann ein kleines Licht auf die Ursachen ihres Vorkommens auf Feuerstätten werfen. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die Existenzbedingungen auf frischen Feuerstätten ungünstig für ihre Konkurrenten außer *Funaria*, und zweitens findet dort *Marchantia* Kalium in einer entsprechend hohen Konzentration, die ihre Entwicklung begünstigt und beschleunigt.

---

## Literaturverzeichnis.

CZAPEK, Biochemie der Pflanzen.

DACHNOVSKY, A., Zur Kenntnis der Entwicklungsphysiologie von *Marchantia polymorpha* L. Jahrbücher f. wiss. Bot. Bd. 44. 1907. S. 254.

FORSTER, K., Die Wirkung äußerer Faktoren auf die Entwicklung und Gestaltbildung bei *Marchantia polymorpha*. Planta. Bd. 3. Heft 2/3. 1927. S. 225—291.

FREUND, H., Über die Bedingung des Wachstums von *Oedogonium pluviale*. Planta. Bd. 5. Heft 3. 1928. S. 520—548.

GOEBEL, K., Organographie der Pflanzen. 1928.

GURLITT, L., Über den Einfluß der Konzentration der Nährlösung auf einige Pflanzen. Beih. Bot. Centralbl. XXXV, I. 1918. S. 279—341.

LILIENSTERN, M., Physiologisch-morphologische Untersuchung über *Marchantia polymorpha* L. in Reinkultur. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLV. Heft 7. 1927. S. 447—453.

—,—, 2. Mitteilung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XLVI. Heft 6. 1928. S. 370—381.

NOTTE, O., Die Bedeutung des Kalis und der in dem Kalirohsalz enthaltenen Nebensalze für den Boden und die Pflanzen. Landwirtsch. Versuchsstationen. Bd. CVI. 1927. S. 1—125.

PATSCHOVSKY, N., Der Einfluß der Ernährung auf die Formbildung und den Entwicklungsrhythmus von *Funaria hygrometrica* L. Zeitschr. für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. Bd. XLVI. Heft 2. 1928. S 113—187.

PRINGSHEIM, E., Physiologische Studien an Moosen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 60. 1921. S. 493—550.

RÄSÄNEN, Veli, Über die Flechtenstandorte und Flechtenvegetation im westlichen Nordfinnland. Annal. Societ. Zool.-bot. Fennical Vannamo. T. 7. 1927. P. 1—202.

SCHOENE, K., Beiträge zur Kenntnis der Keimung der Laubmoossporen. Flora. Bd. 96. 1906. S. 276—321.

SERVATTAZ, C., Développement et la nutrition des mousses en milieux stérilisés. Ann. des sc. nat. XVII. 1913.

SCHAFFNIT, E. und A. VOLK, Über den Einfluß der Ernährung auf die Empfänglichkeit der Pflanzen für Parasiten. Forschungen aus dem Gebiet der Pflanzenkrankheiten und d. Immun. H. 3. 1927.

## 50. W. Wangerin: Über eine auffällige traumatonastische Reaktion bei Erysimum hieraciifolium L.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit 2 Abbildungen im Text.)
(Eingegangen am 10. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Die Beobachtungen, auf die sich die folgende kurze Mitteilung bezieht, verdanken ihre Entstehung einem Zufall. Bei Gelegenheit einer mit Studierenden unternommenen Exkursion in das Dünengelände bei Bohnsack (östlich von Danzig) stieß ich im Juni dieses Jahres am Ufer des Weichseldurchstichs bei und unterhalb von Schiewenhorst auf ein ziemlich reichliches Vorkommen des *Erysimum hieraciifolium* L., das, ein bezeichnender Bestandteil der Stromtalflora des westpreußischen Weichselgebietes von Thorn bis in die Danziger Niederung, hier teils zwischen Steinen der befestigten Uferböschung und teils auf sandigen, locker berasten Grasplätzen wuchs. Da ich die Pflanze in der dortigen Gegend früher noch nicht bemerkt hatte und auch in dem Herbar des hiesigen Museums keine Belegexemplare von einem so weit weichselabwärts gelegenen Standorte vorhanden waren, so nahm ich eine Anzahl von Exemplaren mit, die, der Bequemlichkeit des Tragens halber und in Anbetracht ihrer für das Herbarformat ohnehin zu bedeutenden Länge, etwa im unteren Drittel des Stengels eingeknickt wurden. Die Pflanzen waren, als ich abends mit ihnen zuhause anlangte, zu welk geworden, um sie sofort in die Presse einlegen zu können; sie wurden deshalb zunächst in Wasser gestellt und dabei an der Knickstelle wieder gerade gerichtet. Bereits am nächsten Morgen waren sie wieder vollständig frisch; sie blieben jedoch, weil ich vorher keine Zeit zum Einlegen fand, noch bis zum Spätnachmittag des nächstfolgenden Tages (im ganzen also nahezu zwei Tage) im Wasser stehen. Zu diesem Zeitpunkt nun zeigten sämtliche Exemplare eine höchst auffällige Einkrümmung ihres oberen Stengelteiles, obschon sowohl die noch geöffneten Blüten als auch die jungen Früchte vollkommen frisch waren. Die Vermutung, daß diese Einkrümmung durch einen Wundreiz infolge des Einknickens der unteren Stengelteile verursacht war, lag nahe; immerhin erschien jedoch, da die Exemplare die Zeit über in einer Glasveranda nahe dem Fenster gestanden hatten, auch die Möglichkeit einer phototropischen Reaktion nicht völlig

ausgeschlossen. Ich hatte dann etwa eine Woche später Gelegenheit, mir nochmals Material der Pflanze von dem gleichen Standort besorgen zu lassen; dieses gelangte in ähnlicher Verfassung, jedoch mit ungeknickten Stengeln in meine Hände und wurde in zwei Gläser verteilt, von denen das eine an den gleichen Platz wie die

Abb. 1. Im Hellen gehaltene Pflanzen von *Erysimum hieraciifolium;* in der Mitte das aufrecht gebliebene Exemplar mit nicht geknicktem Stengel.

ersten Pflanzen, das andere in einen dunklen, gleichmäßig temperierten Raum gestellt wurde. In jedes derselben gelangten neben mehreren Exemplaren, deren Stengel wieder im unteren Teile eingeknickt wurden, auch eine oder zwei Pflanzen mit intaktem Stengel. In beiden Versuchsreihen hielten die Pflanzen sich bis zum Ende der viertägigen Versuchsdauer frisch und zeigten normales Abblühen der geöffneten Blüten; an den im Dunklen gehaltenen Pflanzen waren allerdings die Laubblätter ziemlich stark vergilbt. Der Erfolg trat in beiden Versuchsreihen in genau der gleichen Weise ein: an sämtlichen Pflanzen mit eingeknicktem

Stengel erfuhr das obere, noch wachstumsfähige Ende des Blüten- bzw. Fruchtstandes eine mehr oder weniger starke Einkrümmung, deren Beginn bereits nach 24 Stunden deutlich erkennbar war, während es an den unverletzten Pflanzen aufgerichtet blieb (siehe Abb. 1 und 2; der Deutlichkeit halber ist für die Aufnahme je

**Abb. 2. Desgleichen im Dunkeln gehaltene Pflanzen; rechts das ungeknickte, aufrecht gebliebene Exemplar.**

eine Pflanze an der Knickstelle scharf umgebogen, während der Versuchsdauer waren jedoch sämtliche eingeknickten Stengel an der Knickstelle wieder aufgerichtet). Die Krümmung des oberen Stengelendes erfolgte stets in einer gewissen Entfernung von den noch geöffneten Blüten im Bereiche der jüngsten Früchte, also stets dort, wo der in seinem oberen Teil während der Anthese noch trugdoldig zusammengezogene Blütenstand durch ausgiebiges Streckungswachstum die charakteristische, lang ausgezogene Cruciferen-Traube in Erscheinung treten läßt. Das oberhalb des Krümmungsscheitels gelegene Stück war durchschnittlich 4—6 cm, im

Maximum 9 cm lang; der Winkel, den es mit dem aufgerichtet gebliebenen unteren Stengelteil bildete, betrug bei den im Hellen gehaltenen Pflanzen etwa 105—90°, bei einer besonders stark gekrümmten Dunkelpflanze sogar nur 75°. Im Vergleich zu den nicht eingeknickten und infolgedessen voll aufgerichtet gebliebenen Pflanzen schienen die verletzten ein gesteigertes Längenwachstum erfahren zu haben, doch stehen mir in dieser Hinsicht Messungen nicht zur Verfügung.

Was mir dem vorliegenden Fall ein gewisses Interesse zu verleihen scheint, ist einmal der Umstand, daß durch Reizung eines älteren, ausgewachsenen Pflanzenteils eine Reaktion an der noch im Wachstum begriffenen Stengelspitze ausgelöst wurde. Fälle solcher Art sind wohl bisher nicht allzu zahlreich festgestellt; STARK (3) erwähnt, daß er u. a. an Sprossen von *Clematis* das Auftreten der Reaktion an ganz anderer Stelle als dort, wo gereizt wurde, beobachtet hat und dabei eine Reizleitung über eine Strecke von etwa 1 dm stattfinden mußte; im vorliegenden Fall beträgt diese Strecke durchschnittlich 20—25 cm, in einem Fall sogar nahezu 30 cm. Es ist ferner hervorzuheben, daß es sich, entgegen dem äußeren Anscheine, um eine verhältnismäßig geringfügige Verletzung handelte, durch die die Reaktion ausgelöst wurde. Infolge der ungemein starken Entwicklung des Stereoms in den Stengeln von *Erysimum hieraciifolium* nämlich hat das Einknicken der Stengel keine stärkeren, den sonst angewendeten Amputationen, Einschnitten usw. vergleichbare Gewebeverletzungen zur Folge; ein Anzeichen dafür, daß die Funktion wenigstens der wasserleitenden Elemente keine wesentliche Beeinträchtigung erfahren hat, liegt ja schon in der Tatsache, daß die eingeknickten und beim Einstellen in Wasser wieder gerade gerichteten Stengel sich von dem vorübergehenden Welken vollständig erholten und in ihrem oberen, blütentragenden Teil noch wieder voll turgeszent wurden, und auch die anatomische Untersuchung von Quer- und Längsschnitten des Stengels ließ an der Einknickungsstelle keine nennenswerte Störung im normalen Zusammenhang der Gewebe erkennen.

Den Ausführungen von GOEBEL (2, S. 8 ff.) zufolge, die mir auch für den vorliegenden Fall im vollen Umfange zuzutreffen scheinen, erübrigt sich eine Unterscheidung von nastischen und tropistischen Bewegungen bei traumatischen Eingriffen, wie sie von STARK vorgenommen wurde. Bei der beschriebenen Reaktion von *Erysimum hieraciifolium* kann trotz der äußeren Ähnlichkeit der Wachstumskrümmung mit einer tropistischen wohl nur von einer

Traumatonastie gesprochen werden, da ja keine einseitige Verletzung des Stengels hervorgerufen, sondern dieser in seinem ganzen Umfang von der Einknickung betroffen wurde. Eine bestimmte Beziehung der Krümmungsrichtung zu der Einknickung ist allerdings insofern gegeben, als die Stengelspitze sich stets nach der konkaven Seite der Einknickung hin krümmt, mit anderen Worten also nach der Seite hin, die beim Einknicken eine Zusammendrückung, und von der Seite weg, die dabei einen Zug erfahren hat; von einer positiven oder negativen Krümmung kann man indessen daraufhin wohl schwerlich sprechen.

Da es mir zur Ausführung weiterer Versuche[1]) in diesem Sommer sowohl an Zeit wie an dem nötigen Material, insbesondere auch von jüngeren Pflanzen fehlte, so kann zur Zeit der Frage nicht näher getreten werden, ob und in welchen Sinne die an *Erysimum hieraciifolium* beobachteten Erscheinungen auch für gewisse allgemeinere, die traumatonastischen Bewegungen betreffende Fragen, wie sie neben STARK auch BEYER (1) mit einer der des erstgenannten entgegengesetzten Deutung erörtert hat, Beiträge zu liefern vermögen. Nur das scheint mir bereits jetzt als feststehend hingestellt werden zu dürfen, daß die traumatonastische Krümmung im vorliegenden Falle nicht einfach auf „Korrelationen" zurückgeführt werden kann, und daß auch ein Transpirationsverlust durch Welken nicht entscheidend beteiligt ist; denn daß das vorübergehende, beim Transport der Pflanzen eingetretene Welken keinerlei Einfluß ausgeübt haben kann, geht ja ohne weiteres daraus hervor, daß die beim Einstellen in Wasser in gleicher Weise angewelkten, aber ungeknickt gebliebenen Exemplare keine Einkrümmung erfuhren. Ob eine Reizleitung infolge der Bildung von „Reizstoffen" unter der Einwirkung der Verwundung, oder ob eine einseitige Hemmung bzw. Förderung des aufsteigenden Saftstromes als maßgebend beteiligt anzusehen ist, muß einstweilen dahingestellt bleiben; auch die Möglichkeit einer geotropischen Umstimmung des Stengels dürfte vielleicht in Betracht zu ziehen sein. In jedem Fall aber reiht sich die beobachtete Erscheinung den zahlreichen von GOEBEL näher beleuchteten Fällen an, in denen eine für die Pflanze vom teleologischen Standpunkte aus nutzlose Reizbewegung vorliegt.

---

1) Einige später angestellte Versuche, die aber wegen des bald darauf erfolgten Antritts einer längeren Reise nur einen vorläufigen orientierenden Charakter hatten, ergaben bei *Sinapis arvensis* und *Sisymbrium officinale* das Ausbleiben jeder Reaktion, wogegen *Erysimum cheiranthoides* sich ähnlich wie *E. hieraciifolium* zu verhalten scheint.

**Literatur.**

1. BEYER, A. Untersuchungen über den Traumatotropismus der Pflanzen. — Biolog. Centralbl. 45, 1925.
2. GOEBEL, K. Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen. — Jena, 1920.
3. STARK, P. Untersuchungen über Traumatotropismus. — Diese Berichte 34, 1916.

---

# 51. Anton Arland: Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort.

(Mitteilung aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Leipzig.)

(Eingegangen am 15. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

In Bd. 1, Heft 1 des „Wissenschaftlichen Archivs für Landwirtschaft" habe ich u. a. auf Seite 78 die sog. „Anwelkmethode" beschrieben, welche es ermöglicht, das Verhalten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen hinsichtlich ihres Wasserhaushalts kennenzulernen und bin des näheren darauf zu sprechen gekommen (S. 82—84), daß auch schon in früheren Jahren verschiedene Autoren mit abgeschnittenen Pflanzen und Pflanzenteilen gearbeitet und versucht haben, teils mit und teils ohne Wasserzufuhr die Stärke der Transpiration an diesen festzustellen, aber zu widersprechenden Ergebnissen kamen. Da nun auch in neuester Zeit nach Abschluß meiner Arbeit[1]) hinsichtlich des Verhaltens der Pflanzen nach dem Abschneiden über widersprechende Ergebnisse berichtet wird, möchte ich hierzu Stellung nehmen, zumal wir in dieser Hinsicht über mehrjährige Erfahrungen verfügen.

Eine Arbeit von HUBER (1), die gleichzeitig mit meiner Arbeit abgeschlossen wurde, enthält u. a. die Angabe, daß der genannte Autor die Transpiration an abgeschnittenen und nicht in Wasser gestellten Zweigen ermittelt hat. Seine Methode unterscheidet sich u. a. dadurch von der in meiner Arbeit beschriebenen, daß er empfiehlt, die zu untersuchenden Pflanzenteile in möglichst kurzer Zeit nach dem Abschneiden zur Abwägung zu bringen. Er arbeitete mit Zeitintervallen von 100 Sekunden bis 2 Minuten. Nur bei ganz träg transpirierenden Pflanzen kommt er zu etwas größerem

---

1) Sie wurde als Habilitationsschrift Ende des Jahres 1927 abgeschlossen.

Zeitabstand. Er gibt aber zu, daß sich durch Verlängerung der Versuchszeit leicht auch eine höhere Genauigkeit erzielen läßt. Die Veröffentlichung von HUBER veranlaßt IWANOFF (2) mitzuteilen, daß auch er anfänglich wie HUBER davon überzeugt war, die normale Transpiration um so besser erfassen zu können, je schneller nach dem Abschneiden die Messung ausgeführt wird. Bei weiteren Kontrollversuchen im Vegetationshause sei er aber zu anderen Resultaten gekommen. Außer wenigen Ausnahmen, die nach Ansicht IWANOFFs wahrscheinlich durch Beleuchtungsschwankungen bedingt sind, erhöhe sich die Transpiration in den ersten Minuten nach dem Durchschneiden im Mittel um 20—30 % und erst nach einer gewissen Zeit, manchmal nach 5—10 Minuten, manchmal aber erst nach 20 Minuten, werde die Intensität wieder erreicht, die vor dem Durchschneiden festgestellt war. Diese auch schon von anderen Autoren gemachte und in meiner Arbeit erwähnte Feststellung der Zunahme der Transpiration nach dem Abschneiden (Wiss. Archiv für Landwirtschaft 1929, S. 83) führt ihn zu dem Ergebnis: „Also stößt der auf den ersten Blick richtige Gedanke, den Gewichtsverlust der Pflanze sofort nach dem Durchschneiden für die Charakteristik der normalen Transpiration auszunutzen, mit derart großen Schwierigkeiten zusammen, daß es zu bezweifeln ist, ob man dieselben beseitigen und somit mit der Methode des Durchschneidens befriedigende Resultate erhalten kann."

In einer vor wenigen Wochen erschienenen Arbeit von O. STOCKER (3) wird nun auf die eben erwähnten Arbeiten Bezug genommen. STOCKER kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Einwände IWANOFFs bei den von ihm untersuchten Pflanzen nicht berechtigt sind. Er führt an: „Von dieser Erscheinung[1]) ist bei unseren Objekten, einzelnen Blättern oder kleinen Sprossen, nichts zu bemerken; die kleinen Schwankungen sind wahrscheinlich durch Änderungen der Außenbedingungen infolge etwas wechselnder Sonnenbestrahlung bedingt."

Die Widersprüche in den Feststellungen hinsichtlich des Vorhandenseins oder Fehlens der Transpirationserhöhung nach dem Abschneiden könnten insofern eine Erklärung finden, als die einzelnen Forscher verschiedene Pflanzenarten untersuchten. Aber abgesehen davon, sind die Resultate auch sonst nicht vergleichbar, weil unter ganz verschiedenen Umwelteinflüssen im Freien gearbeitet wurde, wo ständig mit Temperatur-, Licht- und Windstärkeänderungen zu rechnen ist. Wenn hier HUBER und STOCKER nichts von einer

---

1) Zunahme der Transpiration nach dem Abschneiden. Der Verfasser.

Erhöhung der Transpiration merkten und IWANOFF auch von Ausnahmen spricht, so ist doch immerhin mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die von IWANOFF festgestellte Transpirationserhöhung durch Beleuchtungsschwankungen zustande gekommen ist. Daran ändert nichts die Tatsache, daß bei den Versuchen IWANOFFs die Fälle mit Transpirationserhöhung in der Mehrzahl sind. Dieser Ansicht ist auch STOCKER. Mit demselben Recht kann man aber auch sagen, daß die vielleicht doch vorhandene Transpirationserhöhung von HUBER und STOCKER nicht erfaßt werden konnte, weil sie möglicherweise durch Abnahme der Lichtstärke verwischt wurde.

Aber noch aus einem anderen Grunde sind die Zahlenwerte nicht vergleichbar. Keiner der erwähnten Autoren macht in den genannten Veröffentlichungen Angaben über die Art der Abdichtung der Wundstelle, weshalb man annehmen muß, daß eine Abdichtung gar nicht erfolgt ist. Das von IWANOFF gehandhabte Aufeinanderlegen beider Schnittflächen kann nach m. E. das Abdichten nicht ersetzen. Das Unterlassen der Abdichtung bringt aber eine Fehlerquelle, da Pflanzenteile mit zufällig dickem Stengel doch eine größere Wundstelle haben werden und somit schon von dieser bedeutend mehr Wasser abgegeben wird als von einer kleineren. Daß die Wasserabgabe der Wundstelle mit Transpiration nichts zu tun hat, liegt auf der Hand. Demzufolge erfaßt man durch die Feststellung des Gewichtsverlustes nicht das Verhalten des unversehrten Pflanzenteiles, sondern auch das je nach Größe der Schnittstelle und je nach Umwelteinflüssen mehr oder weniger schnell erfolgende Eintrocknen der Wundstelle.

Wir gingen bei unseren 1925 und 1926 angestellten Versuchen so vor, daß wir ein für allemal die Wundstelle durch Eintauchen in Paraffinschmelze abdichteten und so nur die intakten Pflanzenteile transpirieren ließen. Außerdem arbeiteten wir bei diesen grundsätzlichen Feststellungen aus den schon oben angeführten Gründen nicht im Freien, sondern in einem besonderen Raume mit konstanter Temperatur und, wenn nötig, auch künstlicher Lichtquelle. Unter diesen Bedingungen fanden wir, daß keineswegs von einer Regelmäßigkeit des Ansteigens der Transpiration nach dem Abschneiden gesprochen werden kann. Gewisse Schwankungen um einen Mittelwert waren allerdings auch unter gleichbleibenden Umweltbedingungen vorhanden. Ab und zu traten auch keine Schwankungen auf. Wir gingen bei diesen Untersuchungen so vor, daß wir in regelmäßig wiederkehrenden Zeitabschnitten von 3 oder 5 Minuten die betreffenden Objekte

45 Minuten lang zur Abwägung brachten. Wir wählten 3-Minuten-Intervalle, wenn die Gewichtsverluste stärker, und 5-Minuten-Intervalle, wenn sie geringer waren. Es stellte sich heraus, daß für Versuche dieser Art die Pflanzen unbedingt einige Stunden vorher in den betreffenden Raum gebracht werden müssen, damit sie sich den herrschenden Umweltbedingungen anpassen können. Zu diesem Zwecke müssen die Pflanzen natürlich in Gefäßen herangezogen werden. Unbedingt erforderlich ist es auch, das Objekt während der ganzen Dauer der Untersuchung mit Hilfe von Klammervorrichtungen an der Wage hängen oder auf der Wage stehen zu lassen, ohne es zu berühren oder irgendwie zu erschüttern. Daß die Wage nicht unter Glasschutz stehen darf, ist selbstverständlich.

Mit den von HUBER und STOCKER angewandten und in den Jahren 1928 und 1929 beschriebenen Methoden arbeiteten wir schon in den Jahren 1925 und 1926 und mußten, ganz abgesehen von den oben angeführten und schon damals beseitigten Mängeln der Methode, feststellen, daß sie nicht zum Ziele führten. Wir erprobten diese Methoden zunächst an solchen Sorten unserer Kulturpflanzen, deren Ansprüche an das Wasser wir von unseren Jahr für Jahr durchgeführten Anbauversuchen her kannten, und erzielten hierbei äußerst widersprechende Resultate. Nachdem auch die anderen zur Bestimmung der Transpiration dienenden Methoden die widersprechendsten Ergebnisse lieferten, begann ich mit Hilfe besonderer Apparate (Gasometeranlage)[1]) den tatsächlichen Wasserverbrauch der im freien Felde unter natürlichen Bedingungen wachsenden landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zu bestimmen und fand bald, daß sehr wohl beträchtliche Unterschiede im Wasserverbrauch der einzelnen Sorten vorhanden und genau feststellbar sind. Interessanterweise deckten sich nun die so erzielten Ergebnisse mit den in der landwirtschaftlichen Praxis mit den einzelnen Sorten im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen. Dies veranlaßte mich, die an bestimmten Kulturpflanzen in kurzen Zeitintervallen erhaltenen Ergebnisse mit jenen Zahlen zu vergleichen, welche mit den anderen üblichen Transpirationsmethoden erzielt wurden, wobei sich herausstellte, daß die mit diesen erzielten Werte nicht nur nicht parallel mit den tatsächlichen Wasserverbrauchszahlen gingen, sondern sich oft stark widersprachen. Da die von anderer Seite benutzten Methoden in der Hauptsache an Blättern und Pflanzenteilen angewandt wurden, ging ich zunächst dazu über, mit der Gasometermethode festzustellen, ob es denn zulässig ist, von der Transpiration

1) Ausführliche Angaben im „Wiss. Archiv f. Landwirtschaft", Bd. 1, Heft 1.

des Blattes oder Sprosses auf das Verhalten der ganzen Pflanze Schlüsse zu ziehen. Hierbei stellte sich heraus, daß dies durchaus unzulässig ist und man also unmöglich von Pflanzenteilen auf die ganze Pflanze Schlüsse ziehen kann. Dies führte dazu, nach einer Methode zu suchen, welche es ermöglicht, die ganze Pflanze hinsichtlich des Wasserverbrauchs zu erfassen. Auch hierbei leistete mir wieder die Gasometeranlage die besten Dienste. Allerdings war ich gezwungen, eine besondere Apparatur für die Untersuchung von Keimpflanzen und eine andere für die Untersuchung von erwachsenen Pflanzen zu bauen. Verschiedene Wege wurden bei der Ausarbeitung der neuen Methode beschritten, bis sich schließlich der einfachste als der beste herausstellte. Es kam zur Ausarbeitung der „Anwelkmethode"[1]).

Die Feststellung, daß man von Pflanzenteilen unmöglich auf die ganze Pflanze Schlüsse ziehen kann, findet ihre Bestätigung in einer Arbeit HUBERs aus dem Jahre 1925 (4). Der genannte Autor fand nämlich, daß sich die Blätter je nach ihrer Insertion an der Pflanze in ihrer Transpiration verschieden verhalten.

Ich möchte nun noch auf die betreffs der Anwelkdauer gemachten und nicht wenig voneinander abweichenden Feststellungen hinweisen. In meiner Ende des Jahres 1927 abgeschlossenen Arbeit führte ich auf S. 80 aus, daß die Anwelkdauer eine halbe Stunde nicht überschreiten dürfe. Ich arbeitete stets mit einer Anwelkdauer von 30 Minuten, weil sich unter den klimatischen Verhältnissen der Jahre 1926 und 1927 herausstellte, daß diese Zeit keineswegs zu lang ist. Gelegentlich war sogar eine einstündige Anwelkdauer zulässig. Daß HUBER und STOCKER bestrebt sind, die „Experimentationszeit" möglichst zu verkürzen, liegt in der Natur der Sache begründet, da sie nur mit kleinen Sprossen oder Blättern arbeiteten und somit nur mit ganz geringem Wassernachschub rechnen konnten. Damit soll nun aber nicht gesagt sein, daß die Anwelkdauer für alle klimatischen Verhältnisse und alle Pflanzenarten eine halbe Stunde betragen soll. Ein für allemal feststehende Rezepte lassen sich in dieser Hinsicht natürlich nicht geben.

Bestimmt man, wie oben beschrieben und wie auch von STOCKER getan, den Gewichtsverlust des Objekts in regelmäßig wiederkehrenden Zeitabschnitten von 3 oder 5 Minuten, dann kann man leicht den Zeitpunkt feststellen, an dem die Pflanze sich nicht mehr normal verhält, sondern mit dem Schluß der Spaltöffnungen

---

1) Ausführliches im „Wiss. Archiv f. Landwirtschaft", Bd. 1, Heft 1.

beginnt. Die bis zu dem betreffenden Zeitpunkte mit gewissen Schwankungen gleich großen Gewichtsverluste werden sodann bedeutend geringer und pflegen alsbald noch weiter abzufallen. Dieser Absturz ist das Zeichen dafür, daß die unter den gegebenen Umwelteinflüssen richtige Anwelkdauer überschritten ist. Tritt z. B. der Abfall in dem Zeitintervalle zwischen der 21. und 24. Minute ein, dann beträgt die zweckmäßige Anwelkdauer unter den gegebenen Umweltbedingungen und bei dem betreffenden Pflanzenmaterial 21 Minuten. Unbedingt erforderlich ist es natürlich auch in diesem Falle, die Pflanzen während der ganzen Dauer der Untersuchung mit Hilfe von Klammervorrichtungen an der Wage hängen oder auf der Wage stehen zu lassen, ohne sie zu berühren oder zu erschüttern.

Für die Anwelkmethode haben wir eine Wagentype ausgearbeitet, welche sich vor allem durch Einfachheit auszeichnet[1]). Es empfiehlt sich, wegen der zu erreichenden Genauigkeit je nach Größe der zu verarbeitenden Objekte Waagen mit verschiedener Höchstbelastung zu verwenden. Kommt es wie bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zwecks Erlangung von Durchschnittswerten auf die Untersuchung einer großen Zahl von Individuen an, dann verwende ich die gemeinsam mit Herrn Prof. ZADE ausgearbeiteten Klammervorrichtungen[1]). Das Paraffinieren der Wundstellen geschieht in diesem Falle in besonders konstruierten Wannen, in denen das Paraffin mit Hilfe besonderer Heizvorrichtungen auf bestimmter Temperatur erhalten wird.

Die mit der geschilderten Methode erzielten Ergebnisse sind bei den vielen von uns bereits untersuchten Sorten bisher stets im Einklang mit denen der gasometrischen Methode geblieben. Wir wollen nun dazu übergehen, auch Neuzüchtungen auf ihre Ansprüche hin zu untersuchen.

---

**Literatur.**


1. HUBER, B.: Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **45**, 1927.
2. IWANOFF, L.: Zur Methodik der Transpirationsbestimmung am Standort. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **46**, 1928.
3. STOCKER, O.: Eine Feldmethode zur Bestimmung der momentanen Transpirations- und Evaporationsgröße. II. **47**, 1929.
4. HUBER, B.: Weitere Beobachtungen über verschiedene Dürreresistenz bei Licht- und Schattenpflanzen. **43**, 1925.


1) Hersteller: Merseburger Wagenfabrik A. DRESDNER, Merseburg a. S.

## 52. E. Heinricher: Blütenvergrünung bei Primula.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Aus der Literatur ist zu entnehmen, daß Vergrünung bei *Primula* häufig beobachtet ist[1]). Sie kann auf die laubartige Vergrößerung und Ausbildung des Kelches beschränkt sein, wie einen solchen Fall MASTERS in seiner Pflanzenteratologie in Fig. 144 S. 285, ohne Nennung der Art, abbildet. Ein sehr ähnliches Objekt findet sich konserviert in unserer Institutssammlung. Es war im botanischen Garten 1899 bei *Primula carpatica* aufgetreten und ist offenbar erst nach dem Abblühen beachtet worden. Der unten trichterartig verwachsene Kelch geht oben in breitlaubige Lappen aus, wobei auf die Länge der einzelnen Kelchblätter 3 cm, auf die Breite 1,5 cm entfallen. Am Grunde des Trichters finden sich die der Reife nahe gewesenen Kapseln, die dem Aussehen nach gut entwickelte Samen enthalten. Es scheint sich die Vergrünung, die hier unter den engeren Begriff der Phyllodie oder Frondeszenz fällt, auf die Kelchblätter allein beschränkt zu haben. Man kann noch Reste der verschrumpften Krone und in dieser den Staminalwirtel erkennen. Dieser Fall geringer Umbildung reiht sich den Verhältnissen an, die bei 2 Arten, welche die Sektion *Monocarpicae* bilden, normal auftreten. Diese im Yun-nan vorkommenden Arten sind durch den laubigen Kelch gekennzeichnet, „der sich nach der Blütezeit stark vergrößert“[2]).

Vergrünung, Vireszenz in engerem Sinne, „bei der die affizierten Organe nur die grüne Farbe der Laubblätter annehmen, ohne Form und Struktur zu ändern“ (MASTERS a. a. O. S. 279), soll bei den Primulaceen häufiger vorkommen. Allerdings sagt er im gleichen Werke S. 388 nur „auch Primulaceen werden oft vireszent“. Auch seine Abhandlung „On some points in the Morphology of the Primulaceae“[3]) enthält nicht mehr. Und wenn man die ausführliche Darstellung der bei den Arten des Genus *Primula* beschriebenen Monstrositäten bei PENZIG durchnimmt,

---

1) O. PENZIG, Pflanzenteratologie, 2. Aufl., III. Bd. M. T. MASTERS, Pflanzenteratologie, ins Deutsche übertragen von UDO DAMMER, 1886.

2) In ENGLERS nat. Pflanzenfamilien, aus PAX „Primulaceae“, S. 105.

3) The Transactions of the Linnean Soc. of London, Second Ser., Botany, Vol. I., 1880.

ergibt sich, daß über Vergrünungen der Blüten (abgesehen von der Frondeszenz des Kelches) eigentlich nur von *P. sinensis* berichtet wird, bei der sie in verschiedenen Abstufungen beobachtet wurde und alle Blütenteile ergreifen kann. So ist über die so verbreitete *P. farinosa*, die Gegenstand meiner Mitteilung sein soll, auch nur das Vorkommen von Verbänderung und Durchwachsung der Infloreszenzen erwähnt. Darum erscheint es mir berechtigt, eine kurze Beschreibung der Blütenvergrünung von *P. farinosa* zu geben, die unter einer größeren Zahl normaler Pflanzen zwei Exemplare aufwiesen. Die Pflanzen stehen in einer der biologischen Gruppen des botanischen Gartens, und es ist das Verdienst des Gartengehilfen OTTO WULZ, auf sie aufmerksam gemacht zu haben.

Die auffälligste Veränderung betrifft die Krone, die nicht nur vergrünt ist, sondern auch morphologisch stärker abgeändert erscheint. Die grünen Infloreszenzen, die am 21. VI. noch ganz frisch waren, während sich an den normalen Pflanzen nur mehr eine oder zwei Blüten im guten Zustande vorfanden, sahen recht zierlich aus. Die Verhältnisse an den Blüten illustrieren die Figuren a, b, c der Abbildung, die 2½fach vergrößert sind. Ich verdanke die Anfertigung der Bilder der wissenschaftlichen Hilfskraft des botan. Instituts, Frl. MARIE BUČEK. In a ist eine pentamere Blüte mit geringster gestaltlicher Umänderung dargestellt. Der Kelch blieb allgemein kaum beeinflußt. Die Veränderung in der Krone ist, abgesehen von der Vergrünung, der

normalen gegenüber immerhin ziemlich beträchtlich. An Stelle der schmalen Kronenröhre findet sich eine trichterartig verbreitete, die unmittelbar in die freien verlängerten Kronenzipfel übergeht. Von der präsentiertellerförmigen Gestalt und dem Schlundring der normalen Blüte also keine Spur. Im anatomischen Bau ließ der Querschnitt durch ein Blumenblatt, außer im Chlorophyllbesitz des Mesophylls, kaum Unterschiede wahrnehmen. Zwischen den papillösen Epidermen von Ober- und Unterseite, wobei die Papillen der Oberseite die der unteren übertreffen, sind 5—6 Lagen rundlicher Parenchymzellen eingeschaltet, ohne Andeutung einer Differenzierung von Palisaden.

Die Staubblätter sind im Antherenteil normalen gegenüber etwas vergrößert und ziemlich reich an Chlorophyll; besonders in der fibrösen Schicht, in der aber die faserigen Verdickungen nicht ausgebildet sind. Hingegen erinnert ihre radiale Streckung einigermaßen an Palisaden. Die Lokulamente enthalten nur geschrumpfte, verfallene Pollenkörner.

Hervortretender sind die Abänderungen am Fruchtknoten. In der normalen Blüte ist der Fruchtknoten zur Blütezeit kugelig, späterhin entwickelt er sich zu einer langgestreckten, schmalzylindrischen Kapsel. In den vergrünten Blüten findet man am Fruchtknoten mehr oder minder hervortretende, buckelartige Auswölbungen; sie liegen meinen Beobachtungen nach zwischen den Antheren und sind mehrfach Anlaß zu teilweiser Spaltung des Kronentrichters. Bald wird dieser in mehrere Abschnitte zerlegt (bei b der Abbildung), bald nur einseitig mehr oder minder aufgeschlitzt. Wie in normalen Blüten die Zahl der Fruchtblätter nicht immer isomer den übrigen Blütenwirteln ist[1]), so auch in den vergrünten. Die Buckel sind oft ungleich, und es kann die besonders kräftige Ausbildung eines Buckels zur einseitgen Schlitzung der Krone führen. So fand ich in einer pentameren Blüte die Krone einseitig offen, ihre Teile auf die Gegenseite gedrängt, fast wie in einer Fläche ausgebreitet. Der Fruchtknoten zeigte nur 4 Buckel, und der größte lag auf der Spaltungsseite. Von oben besehen erinnerte der Fruchtknoten an die 4 Nukulae einer Borragineae, selbst die Griffelstellung gemahnte an die Gynobasie bei diesen. Die Skizze in c der Abbildung betrifft eine heptamere Blüte. In dieser verlief der verbreiterte und gebuckelte untere Teil des Fruchtknotens nach oben allmählich in den Griffel (also wesentlich anders als in b), und es traten deutlich ausgeprägte Kanten

1) Das ergibt sich aus der Zahl der Kapselklappen.

den Antheren gegenüber hervor, während nach dem Freipräparieren 7 Vorwölbungen in Wechselstellung mit den Staubblättern sichtbar wurden[1]).

In den Fruchtknoten wurden keine tierischen Bewohner gefunden. Ein kurzer Stiel war mit freiem Auge unter der nur wenig gestreckten, fast noch kugeligen Plazenta erkennbar, die sich bei normalen Pflanzen zur Zeit der Reife langgestreckt zeigt. Die in großer Zahl vorhandenen Samenanlagen wurden anatomisch nicht untersucht. In einem Falle waren sie schwärzlich verfärbt und sahen verfallen aus. Über die Ursache der Vergrünung konnte leider nichts ermittelt werden. Zur Zeit der Untersuchung waren in der Infloreszenz nur 2 Aphis nachweisbar. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auf einer früheren Entwicklungsstufe eine stärkere Invasion stattgehabt hat. Aphis ist ja als Ursache von Vergrünung bei andern Pflanzen experimentell nachgewiesen[2]). Bei PENZIG (a. a. O. S. 20) wird erwähnt, daß bei *P. sinensis* Vergrünung der Blüten sehr oft beobachtet wurde, „ohne daß jedoch die Ursache derselben gefunden worden wäre“. Für die Vergrünung bei der *P. farinosa* möchte ich vermuten, daß sie durch Außenbedingungen bewirkt war. Einen inneren, etwa durch Bastardierung gegebenen Anlaß halte ich für kaum in Betracht kommend.

Die vergrünte *P. farinosa* war mir aber dadurch von größerem Interesse, daß ich an der Nachkommenschaft des Bastardes *P. kewensis* Vergrünungserscheinungen durch mehrere Jahre zu verfolgen Gelegenheit hatte, bei denen es ausgeschlossen ist, an die Wirkung von Außenfaktoren zu denken, und nur innere, und zwar Unstimmigkeiten in der Kombination der Erbmassen der Elterarten, für die Vergrünung Veranlassung sein können. Sie betrifft bei *P. kewensis* auch die Krone, ist aber ganz verschieden von der, die wir bei *P. farinosa* kennen gelernt haben. Die Vergrünung kann in sehr verschiedener Abstufung auftreten. Von Anfängen, die leicht übersehen werden, bis zu weitest vorgeschrittenen Stufen, in denen die Krone ganz

1) Über die Stellung der Fruchtblätter bei Primulaceen sind die Angaben in der Literatur nicht einheitlich. Nach EICHLER stünden sie episepal. Der vorliegende Fall führt zu keiner Entscheidung, es ist fraglich, ob die erwähnten Kanten den Medianen der Karpelle entsprechen. In der Abhandlung, von welcher die Fußnote am Abschluß dieser Mitteilung berichtet, suche ich die epipetale Lage der Fruchtblätter zu begründen.

2) Ich erinnere nur an die grundlegende Arbeit von J. PEYRITSCH „Zur Aetiologie der Chloranthien einiger *Arabis*-Arten“, PRINGSHEIMS Jahrb., XIII. Bd., 1882.

vergrünt ist und die Gestalt eines zweiten Kelches angenommen hat. Die Anfänge äußern sich in grünen Zähnchen in der Mitte der Kronblattlappen und sind oft nur an einzelnen vorhanden. Weiterhin erscheinen sie an allen und vergrößern sich zu grünen Mittelstreifen, die rechts und links von petaloiden gelben Anteilen begleitet sind. Eine solche Blüte, von oben gesehen, skizziert in nat. Gr. Fig. d der Abbildung. Die grünen Mittelteile sind punktiert angedeutet. Sie sind häufig beträchtlicher, und wenn alle Blüten sie aufweisen, erscheint die Pflanze wie mutiert, und man könnte von einer Form *floribus viride radiatis* sprechen. Dabei können solche Pflanzen weitgehend fruchtbar sein. Ist die Vergrünung aber bis zu dem Grade vorgeschritten, daß die Krone einem 2. Kelche gleicht, verknüpft sich damit meist Sterilität, und es kommt in der Regel zur Einschaltung einer zweiten Krone. Alle diese Verhältnisse näher beschrieben und vielfach illustriert, werden in einer 1930 in den Denkschriften der Akad. d. Wiss. zu Wien erscheinenden Abhandlung zu finden sein[1]).

Innsbruck, Botanisches Institut, im Juli 1929.

1) „Untersuchungen über die Nachkommenschaft der *Primula kewensis* und ihre Vielgestaltigkeit" (6 Taf., 11 Textabb.).

# 53. Max Hartmann: Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. III[1]).

## Über die Sexualität und den Generationswechsel von *Chaetomorpha* und *Enteromorpha.*

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 22. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Im Anschluß an den eingehenden Nachweis der scharfen Getrenntgeschlechtlichkeit und der im Rahmen derselben auftretenden relativen Sexualität des *Ectocarpus siliculosus* von Neapel (HARTMANN 1925) war es natürlich unser Bestreben, andere marine Algen, und zwar vorwiegend solche mit morphologisch isogamer Befruchtung, genauer experimentell zu prüfen, um zu sehen, ob die Erscheinung der physiologischen Getrenntgeschlechtlichkeit und der relativen Sexualität weiter verbreitet ist. Außer *Dasycladus*, worüber JOLLOS (1926) bereits berichtet hat, wurden in den darauffolgenden Jahren *Acetabularia*, ferner *Cladophora* und *Chaetomorpha* sowie *Enteromorpha* und *Ulva* von isogamen Grünalgen, *Bryopsis* und *Codium* von anisogamen näher experimentell, teilweise auch zytologisch untersucht. Diese Untersuchungen wurden von meinen Mitarbeitern FÖYN und HÄMMERLING und mir ausgeführt. Die Untersuchungen an *Cladophora* und *Chaetomorpha*, sowie *Ulva* und *Enteromorpha* sind soweit gediehen, daß sie erlauben, ein einigermaßen klares Urteil über die Sexualität und Entwicklung (Generationswechsel) dieser Algen abzugeben. Am eingehendsten untersucht sind die Verhältnisse bei *Cladophora* und *Ulva*, über die Herr FÖYN in der folgenden Mitteilung berichten wird. Mit diesen Ergebnissen stimmen im Prinzip die Verhältnisse bei *Chaetomorpha* und *Enteromorpha* überein, die den Gegenstand der vorliegenden Mitteilung bilden.

### *I. Chaetomorpha.*

Bei unserem Aufenthalt in Puerto Orotava auf Teneriffa von März bis Juni 1928[2]) wurde ich Mitte April auf Pflanzen von *Chaetomorpha linum* (Fl. Dan.) Kütz. aufmerksam, die Gameten bildeten.

1) Als I. und II. Mitteilung sollen die Arbeiten über *Ectocarpus* von HARTMANN (1925) und über *Dasycladus* von JOLLOS (1926) gelten.

2) Der Aufenthalt in Teneriffa war durch eine Unterstützung der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft ermöglicht.

Leider schien die Periode der geschlechtlichen Fortpflanzung schon ziemlich zu Ende; denn von einer größeren Anzahl untersuchter Pflanzen bildeten nur 13 in der Zeit vom 18. IV. bis zum 21. IV. Gameten, die übrigen dagegen nur agame Zoosporen. Andere geprüfte *Chaetomorpha*arten wie *Chaetomorpha aerea* (Dillw.) Kütz. u. *pachynema* Mont. bildeten nur Zoosporen. Wie schon K. ROSENVINGE (1892) festgestellt hatte, sind die agamen Zoosporen größer und besitzen 4 Geißeln, die kleineren Gameten dagegen 2 Geißeln, also wie bei *Cladophora* (siehe folgende Mitteilung von FÖYN). Gameten und Zoosporen werden stets von verschiedenen Pflanzen gebildet, und in der Regel wird die Pflanze bei der Gametenbildung vollständig aufgebraucht.

Morphologisch ließ sich kein Unterschied zwischen den kopulierenden Gameten feststellen, dagegen ergab die genaue experimentelle Prüfung, daß scharfe Getrenntgeschlechtlichkeit vorliegt. Gameten isolierter Pflanzen kopulierten nie, und bei der Herstellung der möglichen Kombinationen zwischen den Gameten der verschiedenen Pflanzen ergab sich, daß zwei Sorten von Individuen und Gameten vorlagen, die wir bei Mangel irgendwelcher äußerer sexueller Merkmale als +- und —- Individuen, resp. Gameten bezeichnen. Die Pflanzen Nr. 3, 9, 11 und 27 gehörten dem einen Geschlecht an, die Pflanzen Nr. 2, 12, 15, 31, 32, 34, 38 und 40 dem anderen. Bei Zusammensetzung von Gameten verschiedenen Geschlechts, also von +- und —- Gameten, erfolgten ziemlich reichlich Kopulationen, und zwar bildeten sich dabei sofort nach Zusammenbringen der Gameten Befruchtungsgruppen, ähnlich wie bei *Ectocarpus*, nur daß dabei die Gruppen nicht festsaßen, sondern herumschwammen. Nach kurzer Zeit, meist nach wenigen Sekunden, lösten sich die Gruppen auf, und man sah dann einzelne kopulierte Planozygoten. Auch die weitere Gametenverschmelzung verlief ziemlich rasch. Die Zygoten ruhen einige Tage und fangen dann an zu keimen. Versuche, die Keimlinge in Schreiberlösung bis zur Fortpflanzung groß zu ziehen, sind bisher nicht geglückt; die Keimlinge wurden nach einigen Monaten meist von Diatomeen überwuchert und gingen schließlich ein.

Isolierte Gameten vermögen sich auch unter Umständen parthenogenetisch zu entwickeln. Doch sind dazu nur die Gameten bestimmter Individuen befähigt. Die nichtkopulierten Gameten kugeln sich ab und gehen nach einigen Tagen zugrunde. Von den Gameten der Individuen, die parthenogenetischer Entwicklung fähig sind, keimt nach einigen Tagen ein gewisser Prozentsatz,

durchaus nicht alle. Leider gelang auch ihre Aufzucht zu fortpflanzungsfähigen Pflanzen bisher nicht.

Die Gametenpflanzen bilden stets nur Gameten, nie Zoosporen. Die Gametenbildung einer Pflanze erfolgt nicht auf einmal an einem Tage, sondern wiederholt sich in unregelmäßigen Abständen, wobei, wie schon erwähnt, schließlich die Pflanze ganz aufgebraucht wird. Äußerlich sind die Gametenpflanzen und die Zoosporenpflanzen völlig gleich.

Der Nachweis zweierlei verschiedener Sorten von Geschlechtspflanzen einerseits, und von davon konstitutionell verschiedener agamer Zoosporenpflanzen andererseits machte es schon im Jahre 1928 im hohen Maße wahrscheinlich, daß die Verhältnisse bei *Chaetomorpha* genau so liegen, wie FÖYN sie gleichzeitig eingehend für *Cladophora pellucida*, auch unter Zuhilfenahme zytologischer Untersuchungen, nachgewiesen hat. Aus der Zygote entsteht ein diploider Sporophyt, aus den Zoosporen haploide, getrenntgeschlechtliche Gametophyten von gleichem Aussehen, und es liegt somit ein antithetischer Generationswechsel bei dieser Grünalge vor.

Diese Auffassung konnte in diesem Frühjahr während eines zweimonatlichen Aufenthaltes an der spanischen biologischen Station in Palma auf Mallorca an einem viel reicheren Material von *Chaetomorpha aerea* bestätigt werden. Vom 17. III. bis 12. IV. wurden 78 Pflanzen von *Chaetomorpha aerea* auf ihre Fortpflanzung geprüft. Anfangs wurden fast nur Geschlechtspflanzen angetroffen, später waren die agamen Zoosporenpflanzen bei weitem in der Überzahl. Die ersten Zoosporenpflanzen wurden am 6. IV. beobachtet, doch waren sicher auch vorher Zoosporenpflanzen schon vorhanden, und zufälligerweise bis dahin nur Gametenpflanzen zur Untersuchung gelangt.

Während der Fortpflanzungsperiode wurde von 41 Geschlechtspflanzen in 202 Kombinationen das Geschlecht geprüft. Wie bei *Ectocarpus* bilden auch hier die Geschlechtspflanzen an mehreren Tagen (oft dauert es 8—14 Tage) Gameten, sodaß das Geschlecht derselben Pflanze an verschiedenen Tagen in den verschiedensten Kombinationen untersucht werden konnte. Es erwies sich stets in allen geprüften Fällen gleich. Die umstehende Tabelle I zeigt die möglichen Kombinationen von 8 Gametenpflanzen. Wie ersichtlich, gehören 3 (Nr. 40, 46 und 48) dem einen Geschlecht, 5 (Nr. 41, 42, 43, 44 und 49) dem anderen Geschlecht an. Dadurch, daß sich die Gametenbildung verschiedener Pflanzen oft über längere Zeit hinzieht, konnte in vielen Fällen das Geschlecht der später untersuchten Pflanzen mit dem früher untersuchter identifiziert werden.

Die schon oben erwähnte Gruppenbildung ließ die Möglichkeit erhoffen, auch die männliche oder weibliche Natur der einzelnen Gametensorten ermitteln zu können auf Grund der Annahme, daß wie bei *Ectocarpus* stets ein weiblicher Gamet von einer größeren Anzahl männlicher Gameten umschwärmt würde. Durch Zusammenbringen von vielen männlichen mit sehr wenig weiblichen Gameten,

Tabelle I.

| | 41 | 42 | 43 | 44 | 49 | 40 | 46 | 48 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 41 | — | — | — | — | — | + | + | + |
| 42 | — | — | — | — | — | + | + | + |
| 43 | — | — | — | — | — | + | + | + |
| 44 | — | — | — | — | — | + | + | + |
| 49 | — | — | — | — | — | + | + | + |
| 40 | + | + | + | + | + | — | — | — |
| 46 | + | + | + | + | + | — | — | — |
| 48 | + | + | + | + | + | — | — | — |

*Chaetomorpha aerea* (Dillw.) Kütz. Kombination der Gameten von 8 Geschlechtspflanzen. 5 gehören dem einen Geschlecht (—), 3 dem anderen (+) an.

und umgekehrt von viel weiblichen mit wenig männlichen hätte sich dann evtl. feststellen lassen, welche Gameten männlich und welche weiblich sind. Im ersteren Falle müßte reichlich Gruppenbildung stattfinden, während sie im letzteren Falle ausbleiben müßte[1]). Die angestellten Versuche führten aber bei dieser Form zu keinem Ergebnis und die genaue Untersuchung ergab, daß bei *Chaetomorpha* aus einer Gruppe in der Regel mehrere Copulae hervorgehen; auf

---

1) Auf diese Weise konnte das Geschlecht der Isogameten von *Acetabularia* festgestellt werden, allerdings nur auf Grund weniger Versuche. Die Erfahrungen von FÖYN (s. unten) in ausgedehnteren Versuchen an *Cladophora* lassen jedoch auch dieses Resultat vorderhand zweifelhaft erscheinen. Auf jeden Fall müssen die Versuche mit *Acetabularia* in größerem Maßstabe wiederholt werden.

dem angegebenen Wege war es daher nicht möglich, die ♂ und ♀ Natur der beiden Gametensorten zu bestimmen (s. die folgenden Versuche von FÖYN).

Von dem oben geschilderten regulären Verhalten der +- und —-Gameten machten zwei Gametensorten, die der Pflanze Nr. 47 und 76 eine Ausnahme insofern, als sie in viel geringerem Maße, als zu erwarten war, mit den Gametensorten des entgegengesetzten Geschlechtes kopulierten. Die Gameten von Nr. 47 wurden 21mal in verschiedenen Kombinationen geprüft und ergaben dabei nur zweimal mit Nr. 31 ganz schwache Gruppenbildung, wobei es fraglich blieb, ob überhaupt Kopulation erfolgte. Ähnlich verhielt sich die Pflanze Nr. 76. Gameten dieser Pflanze wurden 17mal mit Gameten verschiedenen Geschlechts kombiniert und zwar an zwei verschiedenen Tagen, wobei sich nur zweimal (an verschiedenen Tagen) mit den Gameten Nr. 40 ganz schwache Reaktion ergab. Die Gameten der Pflanze Nr. 40 reagierten an diesen Tagen ebenfalls nur mit den Gameten Nr. 76, während sie früher regulär mit allen andersgeschlechtlichen Gameten kopulierten. Eine Erklärung für dieses auffallende Verhalten vermag ich vorderhand nicht zu geben.

Parthenogenetische Entwicklung wurde von den 41 untersuchten Gametenpflanzen nur in zwei Fällen, und auch da nur in beschränktem Maße beobachtet. Diese parthenogenetischen Keimlinge waren sehr empfindlich, und die Kulturen gingen nach einigen Wochen durch Überwucherung von Diatomeen etc. bis auf eine zugrunde.

Ob die Aufzucht der Zygoten- und Zoosporenkeimlinge zu fortpflanzungsfähigen Pflanzen gelingen wird, läßt sich noch nicht sagen. Kulturen von beiden Sorten von Keimlingen sind vorhanden, wachsen aber sehr langsam, sodaß der Erfolg zweifelhaft ist.

Der Umstand, daß Zoosporen und Gameten von verschiedenen Pflanzen gebildet werden und sich außerdem experimentell zwei Sorten von Gametenpflanzen (+ und —) nachweisen ließen, legte den Gedanken nahe, daß bei dieser Algengattung ein strenger Generationswechsel bestehe. Es fragte sich nur, ob die Reduktionsteilung bei der Keimung der Zygote sich vollziehe und die Zoosporenpflanze ein Miktohaplont (KNIEP 1928) wäre, oder ob sie bei der Zoosporenbildung erfolgt und die Zoosporenpflanze demnach ein echter diploider Sporophyt, die Gametenpflanze ein haploider Gametophyt wäre. Nachdem FÖYN (s. unten) und SCHUSSNIG (1928) für die verwandte *Cladophora* das letztere nachgewiesen haben, war das natürlich auch für *Chaetomorpha* höchstwahrscheinlich. Für zytologische Untersuchungen ist leider *Chaetomorpha aerea*

äußerst ungünstig, da die Kerne sehr klein sind. Trotzdem ließ sich mit Sicherheit feststellen, daß die Zoosporenkeimlinge in den Prophasen etwa 10 Chromosomen aufweisen, während sich in den Zygotenkeimlingen ungefähr die doppelte Anzahl, also etwa 20, in Prophasen und frühen Metaphasen nachweisen lassen. Damit ist auch für *Chaetomorpha* ein antithetischer Generationswechsel nachgewiesen.



Abb. 1: *Chaetomorpha aerea* (Dillw.) Kütz. Prophasenkerne aus Keimlingen. Fixierung: Bouin-Dubosq., Färbung Eisenhämatoxylin, Totalpräparate. a) Prophase eines Zygotenkeimlinges mit ca. 20 Chromosomen. b) Prophase eines Zoosporenkeimlinges mit ca. 10 Chromosomen. Vergr. ca. 3000 fach.

## II. *Enteromorpha.*

Als Verunreinigung in Kulturen von *Ectocarpus*material, das wir im Winter 1926 aus Neapel hatten schicken lassen, hatten sich im Laboratorium in Dahlem einige Pflanzen von *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. entwickelt. Im Frühjahr 1927 bildeten vier von diesen Pflanzen zweigeißlige Isogameten, die von Herrn Dr. HÄMMERLING auf ihr Geschlecht geprüft wurden, wobei sich scharfe Getrenntgeschlechtlichkeit herausstellte. Bei der Kopulation der +- und —-Gameten dieser Art konnte bei dem Zusammenbringen der Gameten keine Gruppenbildung beobachtet werden. Die isoliert gehaltenen Gameten entwickelten sich sehr gut parthenogenetisch. Auch die Zygotenkeimlinge gediehen im Laboratorium sehr gut. Beide Arten von Kulturen wurden zunächst in Killianlösung, der noch N- und P-Salze zugegeben war, gezogen, seit Sommer 1928 in Schreiberlösung. Es sind heute große Pflanzen, wie sie schöner auch nicht im freien Meer gefunden werden. Leider

sind weder die haploiden, parthenogenetischen Pflanzen noch die diploiden Zygotenpflanzen bisher im Laboratorium zur Fortpflanzung gekommen.

Im März 1928 konnte ich in Puerto Orotava auf Teneriffa eine Anzahl von Gameten- und Zoosporenpflanzen einer anderen *Enteromorpha*art, der *Enteromorpha ramulosa* (Engl. Bot.) Hook. näher prüfen. Bei *Enteromorpha* gibt es wie bei *Ulva*, *Cladophora* und *Chaetomorpha* große viergeißlige Zoosporen und kleine zweigeißlige Gameten, die auf verschiedenen Pflanzen, die sich äußerlich nicht unterscheiden, gebildet werden. Die Gametenpflanzen erschöpften sich durch wiederholte Bildung von Gameten an verschiedenen Tagen und gingen schließlich trotz bester Pflege zugrunde.

Bei *Enteromorpha ramulosa* konnten 8 Gametenpflanzen auf ihr Geschlecht geprüft werden, und es ließ sich auch hier normalerweise eine scharfe Geschlechtstrennung der morphologisch gleichen Isogameten nachweisen. Im Gegensatz zu der vorhin erwähnten *Enteromorpha compressa* erfolgte die Kopulation bei *Enteromorpha ramulosa* bei Zusammenbringung zweier sexuell verschiedener Gametensorten unter Gruppenbildung. Ob dabei stets nur eine Copula aus der Gruppe hervorgeht, wie ich anfangs annahm, und wie die Untersuchungen bei schwacher Vergrößerung zu zeigen schienen, ist mir nach meinen späteren Erfahrungen an *Chaetomorpha* und denen von FÖYN an *Ulva* zweifelhaft geworden. Die Frage muß daher nochmals genauer geprüft werden.

Die umstehende Tabelle Nr. 2 gibt die möglichen Kombinationen der 8 Geschlechtspflanzen wieder. Vier davon (Nr. 1, 5, 8 und 10) gehören dem +-Geschlecht, die 4 anderen (Nr. 2, 6, 9 und 11) dem —-Geschlecht an. Die Kombination $2 \times 10$ und $8 \times 11$ verlief, wie die Tabelle zeigt, negativ, obwohl sie hätte positiv sein sollen. Das war aber wohl nur dem geringen Material zuzuschreiben; vermutlich wäre sie, wie sich das in anderen Versuchen oft gezeigt hat, bei der Möglichkeit einer Wiederholung mit reichlichem Material positiv ausgefallen.

Auffallend ist die unerwartete positive Reaktion zwischen den beiden Minusstämmen 2 und 9. Während die normalen Reaktionen zweier Gametensorten von verschiedenem Geschlecht verhältnismäßig kräftig verliefen, handelte es sich hier um eine sehr schwache Reaktion, d. h. es wurden nur wenige Gruppen gebildet, doch waren dieselben unverkennbar. Es handelt sich also offenbar um einen Fall von relativer Sexualität. Leider war es mir nicht möglich, weitere gametenbildende Pflanzen von *Enteromorpha* auf-

zufinden und zu prüfen, sodaß die eingehendere Untersuchung auf das Vorkommen von relativer Sexualität bei dieser Alge bisher nicht durchführbar war.

Wenn die bisherigen Untersuchungen über die Sexualität und die Fortpflanzung der Enteromorphen auch noch spärlich sind so berechtigen sie doch besonders im Zusammenhang mit den eingehenden Untersuchungen und zytologischen Prüfungen von FÖYN

Tabelle 2.

| | 1 | 5 | 8 | 10 | 2 | 6 | 9 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | − | − | − | − | + | + | + | + |
| 5 | − | − | − | − | + | + | + | + |
| 8 | − | − | − | − | + | + | + | − |
| 10 | − | − | − | − | − | + | + | + |
| 2 | + | + | + | − | − | − | − | + |
| 6 | + | + | + | + | − | − | − | − |
| 9 | + | + | + | + | − | − | − | − |
| 11 | + | + | − | + | + | − | − | − |

*Enteromorpha ramulosa.* (Engl. Bot.) Hook. Kombination der Gameten von 8 Geschlechtspflanzen. 4 gehören dem einen, 4 dem anderen Geschlecht an. Die Gameten der Pflanze 2 und 11 ergaben schwache Kopulation, trotzdem sie dem gleichen Geschlecht angehören (relative Sexualität).

an *Ulva* zu dem Schluß, daß die untersuchten *Enteromorpha*arten nicht nur getrenntgeschlechtlich sind (eine Geschlechtstrennung hatte schon früher N. CARTER (1926) für die Ulvacee *Monostroma latissimum* festgestellt), sondern daß dieser Algengattung auch ein antithetischer Generationswechsel zukommt, und daß es dreierlei Pflanzen von Enteromorphen gibt, die wohl gleich aussehen, aber konstitutionell verschieden sind: 1. diploide ungeschlechtliche Zoosporenpflanzen, 2. haploide männliche und 3. haploide weibliche Geschlechtspflanzen.

Welcher Art die bei *Chaetomorpha* und *Enteromorpha* nachgewiesene Getrenntgeschlechtlichkeit ist, ob sie genotypisch

durch die Reduktionsteilung herbeigeführt wird, was nach den Ergebnissen wohl am naheliegendsten ist, oder ob sie so wie die bei *Ectocarpus* phänotypisch bestimmt ist, läßt sich heute noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Dasselbe gilt auch für die unten berichteten Fälle von FÖYN über die Geschlechtstrennung von *Cladophora* und *Ulva*. Wenn allerdings das von SCHUSSNIG behauptete Vorkommen von Geschlechtschromosomen bei *Cladophora* zutreffend wäre, so wäre damit der Nachweis der genotypischen Geschlechtstrennung erbracht.

Da das aber nicht der Fall ist (s. die folg. Mitteilung von FÖYN S. 501), so kann dies nur durch den Nachweis eines Geschlechtsverhältnisses von 1:1 an den aus Zoosporen großgezogenen Gametophyten bewiesen werden, oder noch besser durch Aufzucht vorher geprüfter parthenogenetischer Gameten und die Prüfung der daraus entstandenen Geschlechtspflanzen auf ihr Geschlecht.

Was dagegen den antithetischen Generationswechsel anlangt, so dürfte an dessen Vorkommen nicht nur bei den Siphonocladialen *Cladophora* und *Chaetomorpha*, sondern auch bei den Ulotrichalen *Ulva* und *Enteromorpha* kein Zweifel mehr bestehen und der antithetische Generationswechsel ist somit auch bei Grünalgen weiterverbreitet, als bisher angenommen wurde. Unabhängig von den Untersuchungen von FÖYN und mir ist SCHUSSNIG (1928, 1929) durch zytologische Studien an *Cladophora* dazu gekommen, für diese Siphonocladiale einen antithetischen Generationswechsel anzunehmen. Er schloß das vor allem aus den von ihm zuerst erbrachten Nachweis der Reduktionsteilung bei der Zoosporenbildung von *Cladophora*. Anfangs (1928a) hatte er allerdings die Zoosporen für Gameten angesehen und dementsprechend die Cladophoren für Diplonten gehalten. Später (1928b) gab er dann an, daß die Reduktion bei der Zoosporenbildung erfolgt. Diese Angaben hat dann Herr FÖYN bestätigen können. Im Widerspruch mit den Erfahrungen von FÖYN und mir steht nur die Mitteilung von SCHUSSNIG (1928b), daß seine Zoosporen zwei Geißeln hätten, während wir überall nur 4geißelige Zoosporen feststellen konnten. Trotz dieses Widerspruchs in unseren Befunden, der noch einer weiteren Aufklärung bedarf, gebührt jedenfalls SCHUSSNIG das Verdienst, den Ort der Reduktionsteilung bei der Zoosporenbildung aufgefunden zu haben. Dagegen erscheint uns der Nachweis der Getrenntgeschlechtlichkeit von *Cladophora* nach den bisher vorliegenden Mitteilungen von SCHUSSNIG (s. oben u. folgende Mitteilung von FÖYN) nicht erbracht, desgleichen fehlt in seinen bisherigen Veröffentlichungen der sichere experimentelle Nachweis des antithetischen Generationswechsels, wenn

er ihn auch durch seine Auffindung der Reduktionsteilung bei der Zoosporenbildung und den Nachweis des Vorkommens diploider und haploider Pflanzen (1929) sehr wahrscheinlich gemacht hat.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem.

---

## Literaturverzeichnis.

BERTHOLD, G., 1881: Geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phäosporeen. Mitt. Zool. Station Neapel 2.

CARTER, N., 1926: An investigation in the Cytology and Biology of the Ulvaceae. (2 Taf.) Ann. of Bot. 40.

HARTMANN, M., 1925: Untersuchungen über relative Sexualität. (1 Fig., 4 Tab.) Biol. Zentralbl. 45.

—, —, 1929: Verteilung, Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei den Protisten und Thallophyten. Handb. d. Vererbungswissensch. 2, Leiferg. 9 (II, E).

JOLLOS, V., 1926: Untersuchungen über die Sexualitätsverhältnisse von *Dasycladus clavaeformis*. Biol. Zentralbl. 46.

KNIEP, H., 1928: Die Sexualität der niederen Pflanzen. Fischer, Jena.

OLTMANNS, Fr., 1899: Über die Sexualität der Ectocarpeen. Flora 86.

ROSENVINGE, L. K., 1892: Om nogle Vaextforhold hos Slaegterne *Cladophora* og *Chaetomorpha*. Bot. Tidskrift Kopenhagen 18.

SCHREIBER, E., 1928: Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland, Neue Folge, Bd. 16, Abh. Nr. 10.

SCHUSSNIG, B., 1928a: Die Reduktionsteilung bei *Cladophora glomerata*. Oesterr. botan. Zeitschr. 77.

—, —, 1928b: Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges. 46.

—, —, 1929: Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. (II. Mittl.) Ibid. 47.

---

# 54. Björn Föyn: Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. IV[1]).

## Vorläufige Mitteilung über die Sexualität und den Generationswechsel von *Cladophora* und *Ulva*.

(Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Abtlg. HARTMANN.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 22. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Die Untersuchungen, deren wichtigste Ergebnisse hier ganz kurz mitgeteilt werden sollen, wurden nach einem Vorschlage von Herrn Prof. HARTMANN mit dem Studium von *Cladophora pellucida* (Huds.) Kütz. auf den Kanarischen Inseln im März—Juni 1928 angefangen[2]). Während eines Aufenthaltes an der neugebauten spanischen Station auf den Balearen im März bis Mai dieses Jahres wurde auch eine Untersuchung der Arten *Cladophora utriculosa* Kütz., *Cladophora Neesiorum* Ag.[3]) und *Ulva lactuca* (L.) begonnen. Die Arbeit wird jetzt im Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie fortgesetzt.

### 1. *Cladophora*.

Von *Cladophora pellucida* wurden 784 Pflanzen untersucht. Von diesen gaben 43 Gameten und 674 Zoosporen, während bei 67 Pflanzen keine Schwärmerbildung beobachtet wurde. Von 137 Pflanzen von *Cladophora utriculosa* gaben 52 Gameten, 39 Zoosporen und 46 keine Schwärmer, und von 51 Pflanzen von *Cladophora Neesiorum* gaben 47 Gameten, keine gaben Zoosporen, und bei 4 wurde überhaupt keine Schwärmerbildung beobachtet. Es wurde nie gesehen, daß eine und dieselbe Pflanze sowohl Gameten als Zoosporen gab. Die Gametenpflanzen und die Zoosporenpflanzen waren äußerlich ganz gleich.

Die zweigeißeligen Gameten — die in Form und Größe nicht unbeträchtlich variieren — schwärmten frühmorgens aus und sammelten sich an der dem Fenster zugekehrten Wand der Gefäße.

---

1) I. Mitteilung: HARTMANN (1925), II.: JOLLOS (1926), III.: HARTMANN (1929).

2) Die Untersuchung wurde durch ein Stipendium des International Education Board ermöglicht.

3) *Cladophora pellucida* wurde von Herrn Prof. Dr. H. PRINTZ, *Cladophora utriculosa* und *Cladophora Neesiorum* von Herrn Dr. O. C. SCHMIDT bestimmt. Dafür sage ich den Herren meinen besten Dank.

Gameten von einem Individuum vereinigten sich nie miteinander. Nur wenn Gameten von verschiedenen Pflanzen zusammengebracht wurden, fand Kopulation statt, und zwar ließen sich die Pflanzen und die Gameten stets in zwei Gruppen einteilen, die bei dem Fehlen erkennbarer morphologischer Unterschiede zwischen den

| | 2 | 4 | 19 | 27 | 29 | 32 | 35 | 36 | 41 | 5 | 11 | 13 | 21 | 38 | 40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 27 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 29 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 32 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 35 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 36 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 41 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | + | + | + | + | + | + |
| 5 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| 11 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| 13 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| 21 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| 38 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |
| 40 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — |

Tabelle I. *Cladophora pellucida.* Ergebnisse der Kombinationen von 15 Pflanzen.

Gameten als +- und —-Formen bezeichnet werden müssen. Es liegt also Diöcie vor. In Tab. I wird eine Übersicht der Ergebnisse der paarweisen Kombinationen mit 15 Pflanzen von *Cladophora pellucida* wiedergegeben. Bezeichnen wir hier die erste Pflanze mit —, so gehören hier zur —-Gruppe Nr. 2, 4, 19, 27, 29, 32, 35, 36, 41; zur +-Gruppe Nr. 5, 40, 11, 13, 21, 38. Im ganzen wurden mit *Cladophora pellucida* 346, mit *Cladophora utriculosa* 278 und mit

*Cladophora Neesiorum* 264 Kombinationen ausgeführt, und es stellte sich immer eine strenge Getrenntgeschlechtlichkeit heraus. Mehrere Pflanzen gaben mehrere Tage nacheinander Gameten, sodaß dieselben Kombinationen zu verschiedenen Zeiten wiederholt werden konnten. Diese gaben immer dieselben Resultate. Manchmal war dadurch auch eine Identifizierung des Geschlechts der später untersuchten Pflanzen mit den früher untersuchten möglich. Differenzen in der Stärke der sexuellen Reaktion der einzelnen Gametensorten wurden nicht beobachtet.

Beim Zusammenbringen von Gameten verschiedenen Geschlechts findet die Kopulation sofort statt, und es kommt dabei zur Bildung kleiner Gruppen. Ab und zu konnte deutlich beobachtet werden, daß eine solche Gruppe aus einem Kranz von schwärmenden Gameten um einen in der Mitte sich befindenden Gameten bestand. Die ganzen Gruppen waren immer in lebhafter Bewegung, nach einigen Sekunden fand eine Verschmelzung zwischen einem von den umgebenden mit dem in der Mitte schwimmenden Gameten statt, worauf die ganze Gruppe sich auflöste. Solche deutlichen Gruppen konnten nur dann beobachtet werden, wenn nicht zu viele Gameten zusammengebracht waren. Wenn das nicht der Fall war, gingen die Gruppen ineinander über, sodaß es mehr nach Zusammenballungen als nach eigentlichen Gruppen aussah.

Wie bekannt hat HARTMANN (1929) eine Gruppenbildung während der Kopulation bei Meeresalgen beobachtet und auf die Möglichkeit hingewiesen, daß diese Gruppen dadurch entstehen können, daß die ♂ Gameten um die ♀ schwärmen, wie dies gemäß BERTHOLD (1881), OLTMANNS (1899) und HARTMANN (1925) bei *Ectocarpus siliculosus* der Fall sein soll. Bei dieser Art glaubt man, die Gametensorten, trotz völlig morphologischer Isogamie, als ♀ und ♂ identifizieren zu können. Die Gameten der einen Sorte sind träger und verlieren ihre Beweglichkeit früher als die anderen Gameten. Setzt man, nachdem die ersten unbeweglich geworden sind, Gameten der anderen Sorte hinzu, so bilden diese Gruppen um die ersten. Diese werden deshalb als die ♀ und die umschwärmenden als die ♂ angesehen. — Bei *Cladophora* konnte ein Unterschied in der Dauer der Beweglichkeit der zwei Gametensorten nicht beobachtet werden; es blieb aber zu untersuchen, ob es hier immer nur die Gameten der einen Sorte sind, welche die Gameten der anderen Sorte umschwärmen.

Durch Vitalfärbung wurde versucht, diese Möglichkeit an *Cladophora pellucida* zu prüfen. Als Vitalfarben wurden Neutralrot und Nilblausulfat benutzt. Der Farbstoff wurde in aqua dest.

gelöst, und von dieser Lösung wurden ein paar Tropfen in einer kleinen BOVERIschale mit Seewasser angerührt, bis das Wasser einen kaum sichtbaren Farbton angenommen hatte. Nach 10 bis 15 Minuten Aufenthalt in dieser Lösung sah der Gametenschwarm bräunlich (bzw. bläulich) aus, und die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß sich 1 bis 4 Vakuolen in dem farblosen Vorderende der Gameten rein rot (bzw. blau) gefärbt hatten. Diese Prüfung mußte aber mit Immersion gemacht werden, und dabei zeigte sich die geringe Brauchbarkeit dieser Methode bei *Cladophora*, wo die Gruppenbildung so schnell verläuft. Bevor ich die Immersionslinse richtig eingestellt hatte, war schon die Gruppenbildung vorbei. Nur einmal gelang es mir, eine Gruppe von gefärbten Gameten zu sehen. In diesem Falle waren die —-Gameten rot, während die +-Gameten ungefärbt waren. In der beobachteten Gruppe befand sich nun in der Tat nur ein roter Gamet, während die übrigen alle ungefärbt waren.

Als es somit nicht gelang, die Gruppen direkt zu analysieren, wurde durch Zusammenbringen von vielen +- mit sehr wenig —-Gameten und umgekehrt von vielen —- mit wenig +-Gameten untersucht, ob immer nur in einem Falle Gruppen gebildet wurden, wie man es erwarten sollte, wenn die Gruppenbildung als eine Erscheinung physiologischer Anisogamie anzusehen ist. Wären zum Beispiel die —-Gameten die ♀, so sollten nur im ersten Falle Gruppen gebildet werden, während sie im letzten Falle ausbleiben müßten.

Diese Methode ist von HARTMANN bei *Acetabularia* angewandt worden, wobei eine Identifizierung der Geschlechter damit nachweisbar schien (vgl. voranstehenden Artikel von HARTMANN). Die Versuche wurden mit Gameten von *Cladophora pellucida* am Schluß unseres Aufenthaltes in Puerto Orotava gemacht, zu einer Zeit, wo die Gametenpflanzen leider nicht häufig waren. Nur selten bildeten mehr als zwei bis vier Pflanzen an demselben Tag Gameten, und oft waren dann sämtliche Pflanzen von demselben Geschlecht. Eine Identifizierung des Geschlechts der später untersuchten Pflanzen mit dem der früher untersuchten konnte in dieser Zeit nie gemacht werden.

Um sehr wenig Gameten zu bekommen, wurden die sich am Lichtrande der BOVERIschalen befindenden Gameten durch Schütteln und Umrühren des Wassers darin gleichmäßig verteilt. Dann wurde mit der Pipette ein ziemlich großer Tropfen von diesem Wasser auf einen hohlgeschliffenen Objektträger unter das Mikroskop gebracht.

Es wurde nun gewartet, bis sich die Gameten am Lichtrande des Tropfens gesammelt hatten. Meistens waren sie da schon in der richtigen Konzentration vorhanden. Wenn es noch zu viele waren, wurde mittels einer Pipette etwas von diesem Tropfen auf einen neuen Objektträger mit etwas sterilem Seewasser übertragen usw., bis die richtige Konzentration erreicht war. Es wurde immer mindestens 5 Minuten, nachdem sich die Gameten in den Tropfen am Lichtrand gesammelt hatten, gewartet und die Verteilung der zerstreuten Gameten (von 7 bis etwa 20) genau studiert, bevor ein kleiner, von Gameten des entgegengesetzten Geschlechts grün gefärbter Tropfen mit feiner Pipette vorsichtig von dem entgegengesetzten Rand des Tropfens zugesetzt wurde. Diese Gameten schwimmen dann sofort nach dem Lichtrand zu, wo sie den zerstreuten Gameten des anderen Geschlechts begegnen.

Versuch I: Die drei Pflanzen Nr. 574, 592 und 601 gaben Gameten, und zwar die zwei ersten in reichlichen Mengen, Nr. 601 sehr spärlich. Von diesen kopulierten 574 mit 592 und 592 mit 601.

Wenige Gameten von 574 + viele Gameten von 592 gaben deutliche Gruppen.
„ „ „ 592 + „ „ „ 574 „ keine Gruppen.
„ „ „ 601 + „ „ „ 592 „ deutliche Gruppen.
„ „ „ 592 + „ „ „ 601 konnte nicht ausgeführt werden, weil zu wenig Gameten von Nr. 601 vorhanden waren.

Die drei Kombinationen wurden je dreimal ausgeführt und gaben immer dasselbe Resultat.

Versuch II: Die zwei Pflanzen Nr. 563 und 581 gaben beide reichliche Mengen von Gameten, die miteinander kopulierten.

Wenige Gameten von 563 + viele Gameten von 581 gaben deutliche Gruppen.
„ „ „ 581 + „ „ „ 563 „ keine Gruppen.

Jede von diesen Kombinationen wurde zweimal gemacht und gab immer dasselbe Resultat.

Versuch III: Die zwei Pflanzen Nr. 604 und 641 gaben reichliche Mengen von Gameten, die miteinander kopulierten.

Wenige Gameten von 641 + viele Gameten von 604 gaben deutliche Gruppen.
„ „ „ 604 + „ „ „ 641 „ keine Gruppen.

Versuch IV: Die zwei Pflanzen Nr. 612 und 636 gaben Gameten, die miteinander kopulierten.

Wenige Gameten von 612 + viele Gameten von 636 gaben deutliche Gruppen.
„ „ „ 636 + „ „ „ 612 „ „ „

Jede dieser Kombinationen wurde fünfmal gemacht und gab immer dasselbe Resultat, in beiden Fällen deutliche Gruppenbildung.

Leider war diese Kombination die letzte, die ich überhaupt mit *Cladophora pellucida* ausführen konnte; es wurden später keine gametenbildenden Pflanzen gefunden.

Das abweichende Resultat des letzten Versuches ließ natürlich weitere Versuche an reichlicherem Material sehr wünschenswert erscheinen, und als ich auf Mallorca gametenbildende Pflanzen von *Cladophora utriculosa* und *Cladophora Neesiorum* bekam, wurden deshalb — nach Feststellen der Diöcie auch bei diesen Arten — die Versuche sofort wieder aufgenommen. Diese gaben aber hier ohne Ausnahme immer dasselbe Resultat wie der letzte Versuch mit *Cladophora pellucida*. Wenn entweder viele +- mit wenig —-Gameten oder umgekehrt wenig +- mit vielen —-Gameten zusammengebracht wurden, wurde immer deutliche Gruppenbildung beobachtet. Es schien bei diesen Arten, als ob nur das Mengenverhältnis entscheidend wäre. Die Gameten, die in Mehrzahl sind, schwärmen um die Gameten, die in geringerer Zahl vorhanden sind. Damit war auf Grundlage der Gruppenbildung eine Identifizierung der ♀ und ♂ Gameten nicht möglich. Eine Erklärung des abweichenden Resultats der drei ersten Versuche mit *Cladophora pellucida* muß ausbleiben, bis die Versuche an reichlicherem Material aufgenommen werden.

Eine Vereinigung von 3 bzw. 4 Gameten wurde — besonders bei *Cladophora utriculosa* — oft beobachtet. Das Schicksal der dadurch entstandenen Zygoten wurde wegen Zeitmangels nicht weiter verfolgt.

Die Gameten, die nicht zur Kopulation gelangen, verlieren nach 8—14 Stunden ihre Beweglichkeit. Bei *Cladophora utriculosa* gingen sie schon im Laufe des zweiten Tages sämtlich zugrunde, während sie bei *Cladophora Neesiorum* noch ein paar Tage am Leben blieben. Bei *Cladophora pellucida* entwickelten sich einige Gameten — besonders von bestimmten Pflanzen — parthenogenetisch. Doch waren diese, wie die parthenogenetischen *Chaetomorpha*-Keimlinge Hartmanns, sehr empfindlich und sind leider alle — die letzten nach einer Lebenszeit von 6 Monaten — eingegangen.

Wie erwähnt, wurden Differenzen in der Stärke der sexuellen Reaktion der einzelnen Gametensorten nicht beobachtet, und eine Einteilung in stärkere und schwächere Gameten, wie Hartmann (1925) bei *Ectocarpus* und Jollos (1926) bei *Dasycladus* durchführen konnte, war hier nicht möglich. In Kombinationen von Gameten desselben Geschlechts wurde auch niemals im Leben Kopulation gesehen. Doch ließen sich in einer solchen Kombination, die 12 Stunden nach dem Zusammenbringen der Gameten

fixiert worden war, 8 Zellen mit je 2 Kernen nachweisen. Da die erste Kernteilung der parthenogenetisch sich entwickelnden Gameten erst nach mehreren Tagen nach dem Festsetzen stattfindet, dürften diese zweikernigen Zellen entweder Folgen unvollständiger Teilungen während der Gametenbildung oder wirkliche Zygoten, d. h. Fälle von relativer Sexualität, darstellen.

Die viergeißeligen Zoosporen schwärmten nicht wie die Gameten zu einer bestimmten Zeit aus, sondern in kleinen Portionen den ganzen Tag. Bei *Cladophora pellucida* schwärmten sie nur einige Minuten im Wasser umher, bevor sie sich am Lichtrand des Gefäßes oder an der Wasseroberfläche festsetzten. Bei *Cladophora utriculosa* behielten die Zoosporen ihre Beweglichkeit für einige Stunden. Die Keimung konnte bei Zoosporen von *Cladophora utriculosa* und bei Zygoten von *Cladophora utriculosa* und *Cladophora Neesiorum* — im sterilen Seewasser — schon einige Stunden nach dem Festsetzen beobachtet werden, während die Keimung bei *Cladophora pellucida* meist erst nach ein paar Tagen sichtbar wurde.

Die cytologische Untersuchung der Keimlinge ergab, daß die erste Teilung der Zygote nicht eine Reduktionsteilung, sondern eine gewöhnliche Äquationsteilung darstellt. Die Keimlinge, die aus Zygoten entstehen, sind diploid und enthalten doppelt soviel Chromosomen wie die Keimlinge aus Zoosporen. In der Abbildung 1, a—c sind eine Pro-, eine Meta- und eine Anaphase der vegetativen Teilung in Keimlingen aus Zygoten und in der Abbildung 1, d—f die entsprechenden Stadien der Mitose in Keimlingen aus Zoosporen von *Cladophora pellucida* wiedergegeben. Die genaue Chromosomenzahl bei dieser Art ist noch nicht festgestellt. In Keimlingen aus Zygoten konnten aber bis 33 und in Keimlingen aus Zoosporen bis 16 Chromosomen gezählt werden. Eine vorläufige cytologische Untersuchung der zwei anderen Arten zeigt, daß auch hier die diploide Chromosomenzahl etwa 30 ist. Die Untersuchung der Pflanzen von *Cladophora pellucida*, die Zoosporen und Gameten gegeben hatten, ergab, daß die ersteren diploid und die letzteren haploid waren. Die Reduktionsteilung war also in den Zoosporangien zu suchen und wurde später auch dort gefunden. Damit sind die Angaben von SCHUSSNIG (1928), daß bei *Cladophora* die Reduktionsteilung in den Zoosporangien vor sich geht, bestätigt[1]).

---

1) Bei den von mir untersuchten Arten konnten Geschlechtschromosomen, wie es SCHUSSNIG für mehrere *Cladophora*-Arten behauptet, nicht nachgewiesen werden. Ebensowenig wurde während der Mitosen „Centriolenpaare" beobachtet. — SCHUSSNIG gibt für die Zoosporen zwei Geißeln an, während

Keimlinge aus Zygoten und aus Zoosporen werden jetzt in Kultur (Nährlösung von SCHREIBER [1928]) gehalten. Von den *pellucida*-Keimlingen haben 16 aus Zygoten entwickelte Pflanzen Schwärmer gebildet. Diese waren, wie erwartet, Zoosporen.

a b c

d e f

Abb. 1. *Cladophora pellucida* (Huds.) Kütz. a—c Pro-, Meta- und Anaphase in Keimlingen aus Zygoten. d—f die entsprechenden Stadien der Mitose in Keimlingen aus Zoosporen. BOUIN-DUBOSCQ, Totalpräparate, Eisenhämatoxylin. Vergr. 2850fach.

Damit ist der Lebenszyklus geschlossen und ein antithetischer Generationswechsel — wie ihn SCHUSSNIG (1929) mit Recht vermuten konnte — bewiesen.

---

ich immer vier Geißeln fand. Während die Zoosporen SCHUSSNIGs vor der Keimung eine Ruheperiode durchmachten, keimten die Zoosporen und Zygoten in meinen Kulturen sofort. Eine Erörterung der mangelnden Übereinstimmung der Resultate von SCHUSSNIG und mir muß bis zur ausführlichen Arbeit ausstehen.

## II. *Ulva.*

Auf Mallorca wurden 967 Pflanzen von *Ulva lactuca* L. untersucht. Von diesen gaben 656 Pflanzen Schwärmer, und zwar 475 Gameten und 181 Zoosporen[1]). Wie bei *Cladophora* wurde nie beobachtet, daß ein und dieselbe Pflanze sowohl Zoosporen als auch

| | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 8 | 12 | 13 | 14 | 17 | 18 | 20 | 4 | 6 | 9 | 10 | 11 | 15 | 16 | 19 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 12 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 13 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 14 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 17 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 18 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 20 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 6 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 9 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 10 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 11 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 15 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 16 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 19 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| 21 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – | – |

Tabelle II. *Ulva lactuca.* Ergebnisse der Kombinationen von 21 Pflanzen.

Gameten gab. Makroskopisch wurde kein Unterschied zwischen Pflanzen, die Zoosporen, und Pflanzen, die Gameten bildeten, beobachtet. Wie es SCHILLER (1907) beschrieben hat, schwärmen

1) Die Behauptung von SCHILLER (1928), daß *Ulva* im Mediterrangebiet von März bis Juni Zoosporen und von September bis November Gameten bilden, ist also für die Balearen nicht stichhaltig, nach den Erfahrungen von HARTMANN, JOLLOS und HÄMMERLING auch nicht für Neapel.

die zweigeißeligen Gameten frühmorgens zwischen ½6 h und 6 h aus und sammeln sich an der dem Fenster zugekehrten Glaswand. Die Angaben von SCHILLER, daß Gameten ein und derselben Pflanze kopulieren können, wurde bei keiner von den 475 Pflanzen bestätigt. Dagegen ließ sich die Angabe HÄMMERLINGs (HARTMANN [1929]) über eine strenge Getrenntgeschlechtlichkeit dieser Art durch mehr als 1000 Kombinationen als richtig erweisen. Es gibt +- und —-Pflanzen. In Tabelle II werden die Ergebnisse aller möglichen Kombinationen mit 21 Pflanzen wiedergegeben. Wenn hier die erste Pflanze mit — bezeichnet wird, gehören hier zur —-Gruppe die Pflanzen Nr. 1, 2, 3, 5, 7, 8, 12, 13, 14, 17, 18, 20 und zur +-Gruppe Nr. 4, 6, 9, 10, 11, 15, 16, 19, 21. Wie bei *Cladophora* gaben mehrere Pflanzen Gameten mehrere Tage nacheinander, sodaß dieselben Kombinationen an verschiedenen Tagen und auch eine Identifizierung des Geschlechts der später untersuchten Pflanzen mit den früher untersuchten vorgenommen werden konnten. Differenzen in der Stärke der sexuellen Reaktion der einzelnen Gametensorten wurden nicht beobachtet.

Die Form und Größe der Gameten unterliegt, wie bei *Cladophora*, nicht unbeträchtlichen Variationen. Die Einteilung von SCHILLER (1907) in „Makrogameten", die nicht entwicklungsfähig sind, „Parthenogameten", die sich ausschließlich parthenogenetisch entwickeln, und „Mikrogameten", die kopulieren und sich nicht parthenogenetisch entwickeln können, kann nicht bestätigt werden. Gameten aller Größen waren kopulationsfähig und konnten sich auch parthenogenetisch entwickeln.

Beim Zusammenbringen von Gameten verschiedenen Geschlechts findet sofort eine intensive Zusammenballung mit darauffolgender Kopulation der Gameten statt, wodurch es unmöglich ist, selbst wenn nur wenig Gameten vorhanden sind, deutliche Gruppen zu unterscheiden. Diese Zusammenballung findet immer statt, unabhängig davon, ob viele +-Gameten mit sehr wenig —-Gameten oder umgekehrt viele —-Gameten mit wenig +-Gameten zusammengebracht sind. Eine Identifizierung der zwei Gametensorten als ♀ oder ♂ ist hier ebenso wie bei *Cladophora* vorläufig unmöglich.

Wie bei *Monostroma* (N. CARTER [1926]) reagieren die Kopulanten negativ phototaktisch; sie suchen die dunkelste Stelle der Schale auf, wimmeln einige Minuten durcheinander und setzen sich dann fest. Die Keimung findet nach 1—6 Tagen statt. Eine Vereinigung von drei Gameten wurde beobachtet, aber lange nicht so häufig wie bei *Cladophora*.

Die Gameten, die nicht zur Kopulation kamen, waren oft auch den zweiten Tag befruchtungsfähig. Fand dann aber auch keine Kopulation statt, so saßen sie am dritten Tag am Boden der Schale zerstreut fest und fingen nach 3—7 Tagen an zu keimen.

a b c

d e f

Abb. 2. *Ulva lactuca* L. a—c Pro-, Meta- und Anaphase in Keimlingen aus Zygoten. d—f die entsprechenden Stadien der Mitose in Keimlingen aus Zoosporen. Bouin-Duboscq. Totalpräparate. Eisenhämatoxylin. Vergr. 3000fach.

Die viergeißeligen Zoosporen schwärmten in Portionen sowohl vor- wie nachmittags aus, setzten sich nach ein paar Stunden fest und keimten sofort.

Die cytologische Untersuchung der Keimlinge ergab, daß die erste Teilung der Zygote wie bei *Cladophora* eine gewöhnliche Äquationsteilung darstellt. Die Keimlinge aus Zygoten sind diploid und enthalten 26 Chromosomen, während die Kerne der Zoosporenkeimlinge 13 Chromosomen enthalten. In Abbildung 2, a—c sind ein Ruhekern, eine Pro-, Meta- und Anaphase der vegetativen Teilung in Keimlingen aus Zygoten wiedergegeben. Die ent-

sprechenden Stadien der Kernteilungen in Keimlingen aus Zoosporen sind in der Abbildung 2, d—f wiedergegeben[1]). Die Untersuchung der Pflanzen, die Gameten gegeben hatten, zeigte, daß diese haploid sind, während die Pflanzen mit Zoosporen diploid sind, und daß die Reduktionsteilung, wie man erwarten sollte, in den Zoosporangien stattfindet. Es liegt also auch bei *Ulva* antithetischer Generationswechsel vor.

Keimlinge aus Zygoten, Zoosporen und sich parthenogenetisch entwickelnden Gameten werden jetzt in Kultur (Nährlösung von SCHREIBER [1928]) gehalten.

---

**Literaturverzeichnis.**


BERTHOLD, G. (1881): Geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phäosporeen. Mittl. Zool. Station Neapel **2.**

CARTER, N. (1926): An Investigation in the Cytology and Biology of the Ulvaceae. (2 Taf.) Ann. of Bot. **40.**

HARTMANN, M. (1925): Untersuchungen über relative Sexualität. (1 Fig., 1 Tab.) Biol. Zentralbl. **45.**

—, — (1929): Verteilung, Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei den Protisten und Thallophyten. Handb. d. Vererbungswissensch. **2,** Lieferg. 9 (II, E).

JOLLOS, V. (1926): Untersuchungen über die Sexualitätsverhältnisse von *Dasycladus clavaeformis*. Biol. Zentralbl. **46.**

OLTMANNS, FR. (1899): Über die Sexualität der Ectocarpeen. Flora **86.**

SCHILLER, J. (1907): Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung der Gattung *Ulva*. Sitzber. d. K. Akad. d. Wiss. in Wien **116,** Abt. I.

—, — (1928): Über Kultur und Methodik beim Studium der Meerespflanzen. ABDERHALDEN: Handb. d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. 9, Teil 5, H. 2.

SCHREIBER, E. (1928): Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland, Neue Folge, Bd. **16,** Abh. Nr. 10.

SCHUSSNIG, B. (1928): Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. Ber. der Dtsch. Bot. Ges. **46.**

—, — (1929): Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. (II. Mittl.) Ibid. **47.**


1) Meine Befunde an *Ulva* weichen in verschiedener Hinsicht von den Angaben N. CARTERS (1926) ab, doch muß eine nähere Erörterung dieser Verhältnisse der ausführlichen Arbeit vorbehalten bleiben.

# 55. R. Dostál: Zur Priorität der Entdeckung der Caulerpa-Fortpflanzungsorgane.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 14. Juni 1929. Vorgetragen in der Junisitzung.)

In der Mainummer dieser Berichte schreibt B. SCHUSSNIG: „. . . nachdem es mir, unabhängig[1]) von der ungefähr gleichzeitig erfolgten Feststellung durch DOSTÁL, gelungen ist, die Fortpflanzung durch zweigeißelige Schwärmer auch bei *Caulerpa* zu entdecken" (1929, S. 267). Der unbefangene Leser sieht wohl, daß SCHUSSNIG Anspruch darauf erhebt, einen interessanten Fund gemacht zu haben, der jedoch Ergebnis meines beinahe dreijährigen, oft mühevollen Suchens nach diesen Organen ist, von deren Existenz ich trotz der fast allgemein verbreiteten Meinung, daß die Caulerpaceen keine Fortpflanzungsorgane besitzen, überzeugt war. Die obige Äußerung SCHUSSNIGs steht nicht in Einklang mit seinen Ausführungen, die er in der Österr. bot. Zeitschr., 1929, gegeben hat, als er zuerst darüber referierte, und zwar nach dem Erscheinen meiner Mitteilungen (1927, 1928 1, 2), die auch bei ihrer Knappheit mehr als sein Bericht enthalten. Hierin erklärt SCHUSSNIG, daß er erst nach Erscheinen meiner Arbeit (Planta 1928, 27. Mai) auf das Aufsuchen der *Caulerpa*-Fortpflanzungsorgane gekommen sei und den Herbst (1928) abwartete, „bis jene Erscheinung am Laub von *Caulerpa* auftrat, die DOSTÁL beschreibt". Da die Erscheinung bereits Ende August, sicher jedoch im September reichlich vorkommt, bin ich überzeugt, daß ihm an diesem Funde nichts Besonderes gelegen war, da er nur eine Bestätigung für Neapel bedeuten konnte. Eine Bestätigung allerdings, die ich bereits einer früheren freundlichen Mitteilung der Herren W. u. H. SCHWARZ verdanke. Die Skepsis, mit der man meinem Fund dieser Fortpflanzungsorgane zuerst auch in der Académie des sciences (16. November 1927) begegnete, war ich auch ohnedies imstande, durch Zusendung einer Probe von mehr als 300 gesammelten fertilen Pflanzen mit reichlichen Schwärmern zu zerstreuen. In seiner Veröffentlichung gibt SCHUSSNIG dem Texte nicht entsprechende, unrichtige Abbildungen von Schwärmern wieder, sowie Zeichnungen ganz zufälliger Verletzungsstellen, die er für normale

1) Von mir gesperrt.

Austrittspforten der Schwärmer hält, dann jedoch wieder diese Deutung widerruft.

Weiter schreibt SCHUSSNIG von mir in seinem Bericht (Österr. bot. Zeitschr., 1929, S. 1): „Ich will gleich vorausschicken, daß die schwärmerartigen Zellen, die DOSTÁL in seiner Abb. 3 wiedergibt, durchaus richtig beobachtet sind, denn *Caulerpa* bildet Schwärmer in ganz ungeheuerer Menge." Wie kann SCHUSSNIG in diesen Berichten behaupten, daß er sie unabhängig und gleichzeitig entdeckt hat, wenn z. B. Besucher der Brünner Ausstellung (Zeitgenössische Kultur, Abt. Wissensch., Biologie, von Juni 1928 an) diese Fortpflanzungsorgane mit zahlreichen Schwärmern bereits zu der Zeit beobachten konnten, wo sie SCHUSSNIG in Neapel noch nicht gesehen haben konnte, da sie erst vom Juli an erscheinen und ihm nach seiner Angabe sogar erst anfangs Oktober zu Gesicht kamen? In der zitierten Zeitschrift wendet SCHUSSNIG auch Ausdrücke an, wie: „DOSTÁL hat . . . ganz richtig beschrieben, . . . am schönsten in der Abb. 3 von DOSTÁL nachzusehen ist", Äußerungen, die gar nicht auf eine unabhängige Entdeckung angewendet werden könnten; denn, so wiederhole ich, fertile Exemplare lassen sich leichter bei kaum einer anderen Meeresalge finden, nach meiner Beschreibung der Papillenbildung, der Farbenveränderung fertiler Exemplare und vor allem der Zeitangabe und der großen Vergänglichkeit der Erscheinung, die eingehend bereits ein Jahr vor SCHUSSNIG von mir mitgeteilt worden ist.

Daß SCHUSSNIG die Fortpflanzungsorgane von *Caulerpa* nicht entdeckt hat, besagt eigentlich auch das Referat von E. JANCHEN (im Bot. Zbl., 1929, Bd. 14, S. 44), wo es von der SCHUSSNIGschen Mitteilung heißt: „Verf. bestätigt die Beobachtungen von R. DOSTÁL, daß durch Papillen an der Oberfläche der Phylloide von *Caulerpa prolifera* Schwärmer entleert werden." Von der in diesem Referat auch erwähnten „ausführlichen Beschreibung der Entstehung der Schwärmer im Innern der Phylloide" kann man in der Arbeit SCHUSSNIGs tatsächlich keine Spur finden. Ungeachtet meiner früher immer mit Fragezeichen angeführten Deutung der Papillen als Gametangien, die SCHUSSNIG noch vor der Einsendung seines Manuskriptes von mir selbst korrigiert (d. h. die hypothetische Äußerung durch die Tatsache ersetzt) lesen konnte, kann ich an meiner oder vielmehr mir von SCHUSSNIG imputierten Annahme, daß die stark vergilbten (?) Blätter der eigentliche fertile Zustand der Pflanzen sind, festhalten, denn die dunkelgrün gefleckten Blätter weisen, abgesehen von den in frühen Morgenstunden gesammelten

Pflanzen, noch keine fertigen Schwärmer auf. Wie wenig sich SCHUSSNIG mit *Caulerpa* beschäftigt hat, zeigt auch der Ausdruck von „vergilbten Pflanzen"; solche sind immer tot, dagegen sind die weiß gefärbten, bzw. noch grün gefleckten Pflanzen im Meere wenigstens einen Tag nach dem Entleeren der Schwärmer völlig gesund und enthalten noch unzählige, weitere Schwärmer in ± lebhafter Bewegung. Diese werden oft in der Natur erst durch spontanes Auflösen der Membran frei, die über den Anhäufungen der Schwärmer durchlöchert wird. Dagegen sind die von SCHUSSNIG beschriebenen und abgezeichneten „Öffnungen" an normalen, unbeschädigten Pflanzen nie zu beobachten, wie auch eine nachherige Durchsicht meines gesammelten Materials zeigte. Es sind nur Folgen grober Verletzungen der Papillen oder anderer Oberflächenstellen, die zu unfreiwilligem Austritt des Inhalts in Form von Pfropfen führen und von dem spontanen Öffnen der Papillen mit oder ohne Schwärmerentleerung streng zu unterscheiden sind. Diese Öffnungen aber Nematoden oder anderen Lebewesen zuzuschreiben, wie dies SCHUSSNIG an einer anderen Stelle tut, ist ebenfalls unberechtigt, da *Caulerpa* an Tierfraß nur sehr wenig leidet.

Die Papillen als rudimentäre Organe zu deuten, ist ganz verfehlt, denn sie stellen für die Gattung typische Entleerungsorgane vor, die nicht nur bei *C. prolifera* und *Ollivieri* (DOSTÁL 1929), sondern auch bei *C. peltata* v. *macrodisca* (an einem mir freundlichst von Frau WEBER-VAN BOSSE überreichten, fast fertilen Exemplar) als solche von mir festgestellt worden sind. Bei den Valoniaceen sehen wir eine ununterbrochene Reihe von Übergängen von einfachen, präformierten Öffnungen bis zu langen Haaren, die dem Austritt der Schwärmer dienen. Sind die Papillen bei *Caulerpa* keine Gametangien, so sind sie andererseits auch nicht mit den fertilen Ästchen von *Bryopsis* zu „homologisieren", wie dies SCHUSSNIG will, sondern sie entsprechen vielmehr den Austrittspapillen bei den Valoniaceen, an die *Caulerpa*, die sonst in mehrerer Hinsicht *Bryopsis* nahesteht, eng angeschlossen werden soll. Die Vorstellung, daß die Blätter Phyllokladien entsprechen, muß dem, der sich einige Jahre mit dieser Alge experimentell morphologisch beschäftigt hat, als leer erscheinen.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, daß schon WEBER-VAN BOSSE (1898) dem Fund der *Caulerpa*-Schwärmer nahegekommen ist; nach der inneren Beschaffenheit der zwei Scheiben von *C. peltata* v. *macrodisca* (von Tello bei Makassar auf Celebes), die zu untersuchen ich Gelegenheit hatte, hätte sie diese, mehr als ein Jahrhundert gesuchten Organe in den folgenden 12 Stunden

auch entdecken können. Dasselbe mag auch von den ERNSTschen Exemplaren (1918) von *C. racemosa* (von der Insel Edam bei Java) gelten, die jedoch, da sie von Papillen frei sind, mir nicht so vollkommen ausgebildet und der vollkommenen Bildung der Schwärmer fähig erscheinen. Denn papillenlose, jedoch gut gefleckte Blätter von *Caulerpa* bilden in der Kultur keine Schwärmer aus. Und doch werden diese hervorragenden Algenforscher nicht behaupten, die *Caulerpa*-Schwärmer entdeckt zu haben. WEBER-VAN BOSSE schreibt nämlich in einer späteren Arbeit: „jamais je n'ai trouvé trace d'organes reproducteurs et j'incline à accepter les vues du prof. REINKE (1899) sur l'exclusive reproduction végétative des Caulerpes" (Ann. Buitenzorg, 1900, S. 128). —

Die Ursache, daß diese Gebilde bisher übersehen wurden, lag in der Holokarpie, der ich eine eingehendere Publikation in der „Planta" widme. An dieser Stelle will ich noch Folgendes hinzufügen: Bei *Caulerpa* tritt spontan auch bei der Schwärmerbildung keine Scheidewand auf. Der Zellinhalt ist aus diesem Grunde in der ganzen Zelle leicht verschiebbar, wie besonders die Umlagerung des chlorophyllhaltigen Plasmas, und zwar vor der Schwärmerbildung nach oben (in die Blätter), unter gewissen Außenwirkungen jedoch nach unten (in die Rhizome), zeigt. Eine Analogie dazu findet man nur bei niederen, siphonartigen Algen, wie *Botrydium;* aber auch von dieser Analogie zu sprechen erscheint bei näherem Zusehen nicht ganz berechtigt.

Die Bewegung des chlorophyllhaltigen Inhalts der Zelle in die Basalteile der Pflanze (Rhizome, unterste Blattbasen und Blattstiele) will ich Plasmamobilisation nennen. Sie tritt bei *C. prolifera* unter gewissen, für diese Art schädlichen Kulturbedingungen ein und wurde bereits oft in unzähligen Versuchen, durch äußere Einwirkungen die Bildung von Fortpflanzungsorganen etwa nach der Methodik von KLEBS hervorzurufen (DOSTÁL 1925), beobachtet. In strömendem Wasser waren z. B. bereits nach 2—3 Tagen die oberen Ränder der Blätter weiß, und das grüne Plasma zog sich allmählich in Form von breiten, grünen, die Mitte der Blätter durchziehenden Bändern in die Rhizome, die dunkelgrün bis fast schwarz erschienen, zurück. Nach 5 oder mehr Tagen waren die Blattspreiten rein weiß, aber lebendig, denn sie verrieten noch eine sehr rege Plasmaströmung, allerdings ohne oder nur mit ganz vereinzelten Chloroplasten. Der in dem Rhizom dicht aufgestapelte Plasmainhalt (Abb. 1, A) entbehrt nun der morphogenetischen Fähigkeiten, die die unberührte Pflanze zu dieser Zeit charakterisieren. Es handelt sich um eine regellose Verteilung der einzelnen Plasma-

komponenten, die das ursprüngliche, im Rhizom weit überwiegende Vakuolensystem auf das engste beschränken. Aber nie ließ sich eine Aufspaltung dieser Massen in Fortpflanzungszellen bemerken, wie dies bei *Botrydium* u. a. der Fall ist, obwohl Pflanzen zu diesem Zweck ungleich lange mobilisiert und nachher verschiedenen Außenbedingungen unterworfen wurden. Das Wichtigste ist dabei die Verschmelzung der Kerne zu ansehnlichen Gebilden, die die Größe der Chlorophyllkörper oder sogar die der Stärkekörner

Abb. 1. *Caulerpa prolifera.* A Ein oberflächlicher Teil des Querschnitts durch ein Rhizom, mit mobilisiertem Plasma dicht gefüllt und Kernfusionen (f) zeigend. n normale Kerne, c Chloroplasten, s Stärkekörner, z Reste des Vakuolensystems, b Zellstoffbalken. B Normales Rhizom der Vergleichspflanzen. Vergr. 500.

erreichen und lose oder in lockeren Gruppen im übrigen, angehäuften Plasma liegen, jedoch während der Mobilisierung von der Peripherie ± entfernt sind. Von den winzigen normalen Kernen, die im Plasma des Rhizoms unregelmäßig zerstreut sind, bemerkt man alle Übergänge zu den großen Fusionskernen. In den an die Rhizome direkt inserierten Blattstielen, die unten auch schwarzgrün erscheinen, sind meist nur kleine Kerne vorhanden, sodaß es zur Fusion erst im Rhizom zu kommen scheint. Fusionierte Kerne gelangen nicht mehr in den gewöhnlichen Kreislauf des strömenden Plasmas, da in rein weißen Blättern nur zahlreiche winzige Kerne festzustellen sind.

Wenn man die durch strömendes Wasser mobilisierten Pflanzen in ruhiges Wasser rechtzeitig, d. h. ehe sie in strömendem Wasser ganz abgestorben sind, überträgt, so bemerkt man äußerlich, daß

die obersten völlig weißen Blatteile absterben. Die unteren Teile der Spreiten aber können sich noch grün verfärben, da der Plasmainhalt zum Teil aus Rhizom und Blattstiel in diese Organe übergeht und diese Teile sich von den darüberstehenden absterbenden Teilen der Spreiten durch eine Scheidewand abgrenzen. Am Rhizomquerschnitt bemerkt man dann eine auffallende Plasmaumlagerung. Die Fusionskerne verschwinden, und an der Oberfläche des angehäuften Plasmainhalts entsteht stellenweise ein dichter feinkörniger, chloroplasten- und stärkefreier Wandbelag, den man als eine zusammenhängende, meristematische Plasmapartie ansehen könnte. Diese gibt oft unzähligen Vegetationspunkten den Ursprung, die sämtlich zu Blättern heranwachsen, nie aber zu Ausläufern. Letztere entstehen an in ruhigem Wasser gehaltenen Vergleichspflanzen mit gesunden grünen Blättern. Durch die so weit gegangene Plasmaumlagerung in die Basis der Pflanze erscheint ihre morphogene Tätigkeit, die von der wachstumsregulativen Einwirkung der Blätter abhängt, verändert, da die Blätter hier fast inhaltlos und deswegen auch untätig geworden sind.

Von einer mechanisch so leicht hervorrufbaren Kernverschmelzung ist mir aus der Literatur kein Fall bekannt. Mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor B. Němec, dem ich ein Präparat mit dem mobilisierten Rhizom von *Caulerpa* zeigte, teilte mir freundlichst mit, daß er ähnliche (bisher von ihm nicht publizierte) Kernverschmelzungen in zentrifugierten Cladophoren, allerdings zu relativ kleineren Gebilden (4—8 Kerne in jeder Zelle), mehrmals erhalten hat. Die Kerne legten sich in einer Reihe aneinander und verschmolzen, zum Teil unter erkennbaren Einschnürungen. Nach dem Zentrifugieren traten diese polyploiden Kerne aus der angehäuften Chloroplastenmasse hervor und ließen sich auch im Lebendzustand mit ihren Kernkörperchen sehr gut beobachten.

Eine entgegengesetzte Umlagerung des Plasmainhalts, bei der die Rhizome und unteren Blattstiele von *C. prolifera* wie plasmaleer aussehen und bloß ganz dünne Wand- und Balkenbeläge ohne Chloroplasten aufweisen, hängt kausal mit der Fortpflanzung zusammen. Da die Einzelheiten in der im Druck befindlichen Arbeit eingehender beschrieben sind, soll hier bloß auf das Endergebnis, d. h. die angehäuften Portionen des Plasmas, das in den fertilen Zustand übergeht, hingewiesen werden. Bald nach dem Erscheinen der ersten Papillen an der sonst äußerlich völlig normal aussehenden Pflanze läßt sich die überwiegende Bewegung des Plasmas samt Stärke aus den basalen Teilen nach oben in die Blattspreiten

bemerken, wo es die wandständige Lage einnimmt. In diesen dicken Wandbelägen findet unter gewöhnlichen Bedingungen in der darauffolgenden Nacht die vollständige Schwärmerausbildung statt. Am folgenden Morgen sind die Pflanzen zum größten Teil entleert und ± welk, obwohl noch gesund, da sich die darin noch zurückgehaltenen Schwärmer demnächst mitunter durch Zersetzung des Laubes befreien können. Es widerstehen aber auch die Rhizome, die eigentlich die Grundlage des *Caulerpa*-Thallus vorstellen, nicht länger als 2—3 weitere Tage der vollständigen Zersetzung.

Den eigentlichen Impulsen dieser auffallenden Umlagerungen des so verschiebbaren Protoplasmaanteils in der *Caulerpa*-Zelle wird in noch folgenden Untersuchungen näherzutreten versucht. Beachtenswert erscheint bereits jetzt, daß von diesem verschiebbaren Plasmateil so überaus wichtige Funktionen, wie die Formregulation und die Fortpflanzung, materiell abhängen, während das den Membranen und Balken dicht anliegende oder in den Plasmaströmen befindliche, weit beschränktere, „stabile" Plasma an sich, d. h. ohne jene instabile Plasmamasse, sozusagen energielos erscheint. Die stabiles Plasma allein enthaltenden Pflanzenteile waren in den bisherigen Versuchen nie erhaltungs- und regenerationsfähig, was auf die Anschauung über die Formregulation ein von dem bisherigen abweichendes Licht wirft.

---

## Literatur.


DOSTÁL, R.: Zur Kenntnis der inneren Gestaltungsfaktoren bei *Caulerpa prolifera*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 44, 64, 1926.

—, —: Observations morphogéniques sur le *Caulerpa prolifera* de la baie de Villefranche-sur-Mer. Cpt. rend. Acad. Sciences 185, 1289, 1927.

—, —: *Caulerpa prolifera*, das einzellige Wunder des Meeres. Vesmír, 1. 12. 1927 (tschechisch — meine erste Beschreibung und Photoaufnahme der Fortpflanzungsorgane bei *Caulerpa* enthaltend).

—, —: Zur Frage der Fortpflanzungsorgane der Caulerpaceen. Planta 5, 622, 1928.

—, —: Sur les organes reproducteurs du *Caulerpa prolifera*. Cpt. rend. Acad. Sciences 187, 569, 1928.

—, —: *Caulerpa Ollivieri* n. sp., la seconde espèce européenne des Caulerpacées. Bull. Inst. Océanogr. Monaco No. 531, 1, 1929.

—, —: Über Holokarpie bei den Caulerpaceen. Planta 8, 84, 1929.

—, —: Über *Caulerpa*-Fruktifikation unter künstlichen Kulturbedingungen. Planta 8, 680, 1929.

—, —: Untersuchungen über Protoplasmamobilisation bei *Caulerpa prolifera*. Jahrb. f. wiss. Bot. 71, 596, 1929 (im Druck).

ERNST, A.: Bastardierung als Ursache der Apogamie. 519, 1918.
JANCHEN, E: Referat über die Arbeit SCHUSSNIGs. Bot. Zbl. 156, 44, 1929.
REINKE, J.: Über *Caulerpa*. Wiss. Meeresuntersuch. Abt. Kiel, N. F. 5, 69, 1899.
SCHUSSNIG, B.: Die Fortpflanzung von *Caulerpa prolifera*. Österr. botan. Zeitschr. 78, 1, 1929.
—, —: Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. II. Mitteilung. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 47, 266, 1929.
WEBER-VAN BOSSE, A.: Monographie des Caulerpes. Ann. Jard. bot. Buitenzorg 15, 257, 1898.
—, —: Études sur les algues de l'Archipel malaisien. III. Daselbst 17, 126, 1900.

## 56. L. Jost: Über die Blüte von Mormodes.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 3. Juli 1929. Vorgetragen in der Julisitzung.)

DARWIN hat in seinem Buch über die Orchideen die interessanten Blütenverhältnisse der Catasetideen wohl zum erstenmal den Botanikern bekanntgemacht. Da diese Pflanzen bei uns verhältnismäßig selten kultiviert werden, waren nur wenig Forscher in der Lage, die DARWINsche Darstellung zu vervollständigen; vor allem sind da die anatomischen und physiologischen Untersuchungen von H. V. GUTTENBERG aus den Jahren 1915 und 1928 zu nennen, denen noch rein anatomische Studien HABERLANDTs vorangingen.

Während wir nun durch V. GUTTENBERG über *Catasetum* recht gut, über *Cycnoches* einigermaßen Bescheid wissen, ist die dritte Gattung *Mormodes* physiologisch noch wenig bekannt, da sie seit DARWIN niemand mehr lebend in der Hand gehabt zu haben scheint.

Der botanische Garten Heidelberg verdankt seinem treuen Gönner Herrn O. KLAEBISCH[1]) in El Negrito P./San Casimiro, Venezuela, mehrere kräftige Exemplare von *Mormodes buccinator* und *ignea*[2]), die sich hier wohl fühlen und z. T. schon mehrfach geblüht haben. So war ich in der Lage, die angedeuteten Lücken etwas auszufüllen.

Die beiden Arten sind einander sehr ähnlich. Sie unterscheiden sich eigentlich nur in der Blütenfarbe, die bei *buccinator* gelb, bei *ignea* bräunlich ist. *Mormodes ignea* hat schon DARWIN eingehend beschrieben, mit Recht sagt er von ihr: „Die Blüte bietet ein außerordentliches Ansehen dar.“ Unter Hinweis auf DARWINs Schilderung mag es hier genügen, die wesentlichsten Punkte zu erwähnen. Das ist einmal das Labellum, das dickfleischig ist und sich bei der Anthese stark konvex gegen die Säule krümmt, sodaß seine Ränder sich rückwärts berühren; andererseits das Säulchen, das nach oben zu um 90° gedreht ist,

---

1) Ich habe Herrn KLAEBISCH schon öfter für seine wertvollen Sendungen gedankt und benutze gern die Gelegenheit, meinen Dank auch einmal öffentlich auszusprechen.

2) Für die gütige Bestimmung ist der Garten Herrn Prof. KRÄNZLIN in Wolfenbüttel zu aufrichtigem Dank verpflichtet.

sodaß es seine Front nicht mehr wie in der Knospe der Labellummediane zuwendet, sondern nach außen schaut. An seiner Spitze, oberhalb der Insertion der Anthere, trägt es ein kleines Anhängsel, das DARWIN als „ausgezogenes Filament des Staubgefäßes" betrachtet; wir wollen einfach von dem „Anhängsel" sprechen. Es ist an seiner Ansatzstelle fast im rechten Winkel zur Säulchenspitze gebogen und greift in eine kleine Vertiefung des Labellum ein. Unterhalb des Anhängselansatzes ist die Anthere auf dem Säulchen inseriert, und zwar nach DARWIN durch ein kurzes, dünnes Gelenk.

Die Hauptfrage nun ist die, welcher Teil der Blüte muß berührt werden, damit der gespannte Stipes wegfliegt? DARWIN bezeichnet dieses zuletzt angeführte Gelenk der „Antherenspitze"[1]) als sensibel. Er schreibt (S. 183): „Ich habe bereits angegeben, daß das kleine Gelenk, durch welches das Antherenfach mit dem Säulchen artikuliert, eine kurze Strecke unterhalb seiner fadigen, gebogenen Spitze für eine Berührung empfindlich ist. Ich versuchte es viermal und fand, daß ich jeden anderen Teil mit einer gewissen Kraft berühren konnte; wenn ich aber nur sanft diesen Punkt mit der feinsten Nadel berührte, riß die Membran, welche die Scheibe mit den Rändern der Narbenhöhle, worin sie liegt, verbindet, augenblicklich ein, und das Pollinium wurde, wie vorhin beschrieben wurde, in die Höhe geschossen und fiel auf den Kamm des Labellum." Läßt sich ein Insekt auf dem Labellum nieder und benagt die süßen Basalteile der Kronblätter, so werden „das Gewicht und die Bewegungen des Insekts das Labellum und den darunter liegenden Gipfel des Säulchens aus ihrer Lage bringen. Das letztere wird auf das Gelenk in dem Winkel drücken und die Ausstoßung des Polliniums verursachen, welches unfehlbar den Kopf des Insekts treffen und an ihm ankleben wird. Ich machte den Versuch und legte meinen mit einem Handschuh versehenen Finger auf den Scheitel des Labellum, sodaß die Spitze gerade über seinem Rand etwas vorsprang, und als ich dann meinen Finger sanft bewegte, war es wirklich wundervoll zu sehen, wie augenblicklich das Pollinium in die Höhe geworfen wurde, und wie genau die klebrige Oberfläche der Scheibe meinen Finger traf und fest an ihm anhing. Nichtsdestoweniger zweifle ich doch, ob das Gewicht und die Bewegungen eines Insekts genügen werden, in dieser Weise indirekt auf den sensitiven Punkt einzuwirken; aber

1) Es ist natürlich die Antherenbasis und nicht die Spitze, da es sich um eine akrotone Orchidee handelt.

wenn man die Zeichnung betrachtet, sieht man, wie wahrscheinlich es ist, daß ein Insekt, wenn es sich überbeugt, seine Vorderbeine über den Rand des Labellum weg auf den Gipfel des Antherenfaches stellen und dabei den sensitiven Punkt berühren wird. Das Pollinium wird dann ausgeworfen werden und die Klebscheibe wird sicher den Kopf des Insekts treffen und an ihm anhängen."

DARWIN betont dann noch, daß Eingriffe, auch recht rohe, an anderer Stelle der Blüte im allgemeinen ohne Erfolg sind.

Die zweite von DARWIN untersuchte Art ist *Mormodes luxata.* Für uns ist wichtig, daß hier das Anhängsel des Säulchens sensibel ist und nicht das Antherengelenk.

Die neueren Autoren HABERLANDT und V. GUTTENBERG haben kein lebendes Material in Händen gehabt.

Dennoch kommt HABERLANDT für *Mormodes buccinator* zu einer bestimmten und von DARWIN weit abweichenden Ansicht über die reizbare Stelle. Er führt aus, daß es wenig wahrscheinlich sei (S. 71), daß die Empfindlichkeit für Berührung auf einen so kleinen, kaum stecknadelkopfgroßen Fleck lokalisiert sein soll, wie er durch die gelenkartige Anheftungsstelle des Filaments repräsentiert wird. „Damit die Schleuderbewegung sicher ausgelöst werde, ist wohl eine größere Ausbreitung der sensiblen Oberfläche nötig, die aber nirgends anders als an der Spitze und überhaupt an der oberen Partie der Säule gesucht werden kann." „Zunächst lag die Versuchung nahe, daß das kleine, flach keulenförmige Anhängsel der Säule als Perzeptionsorgan diene." „Die histologische Untersuchung hat aber diese Vermutung nicht bestätigt." Dagegen deutet HABERLANDT dann eigenartig gebaute Haare, die oben am Säulchen, besonders auch auf der Rückenseite verbreitet sind, als Sinnesepithel.

„Wenn sich ein genügend schweres Insekt auf dem Labellum niedergelassen hat, so wird letzteres stärker auf die Spitze der Säule drücken und dabei eine Anzahl der Fühlhaare abbiegen. Ebenso wird das Insekt auch direkt mit seinen Vorderbeinen eine Anzahl von Haaren — namentlich jene, die am Seitenrande der Säulenspitze stehen — berühren und umbiegen."

Auch V. GUTTENBERG hat diese Fühlhaare bei den von ihm studierten *Mormodes*arten beobachtet, aber er trägt wohl Bedenken, angesichts der bestimmten experimentellen Angaben DARWINs einfach auf Grund anatomischer Forschung ihnen die Funktion als Sinnesorgane zuzuschreiben. Auch ist ihm aufgefallen, daß das „Anhängsel" bei *Mormodes pardina* die Gestalt einer spitzen, steifen

Borste hat, an seiner Basis ein Gelenk besitzt, und daß an seiner Spitze, und nur hier, bei *Mormodes Colossus* Fühltüpfel entwickelt sind. Er schreibt weiter:

„Ich zweifle nicht daran, daß das Anhängsel, also das Filament, hier als Stimulator fungiert, bei *M. pardina* liegt geradezu eine Fühlborste vor. Wenn sich das Insekt auf das Labellum setzt, drückt dieses auf die Borste, diese bewegt sich in ihrem Gelenk und verbiegt die reizbare Antherenansatzstelle; die Borste wirkt also hebelartig, und die Anhängsel der übrigen Arten wirken sicher ebenso. Dabei ist es trotzdem leicht möglich, daß dann, wenn der Apparat aus irgendeinem Grunde nicht funktioniert hat, das Insekt auch durch direkte Berührung des Anhängsels oder der Rostellumspitze die Ausschleuderung auslöst, den Haaren also gleichfalls eine Funktion als Reizempfänger zukommt. Eine Entscheidung können nur Versuche herbeiführen. Das Auftreten von Außenwandtüpfeln an der Spitze des Anhängsels von *M. Colossus* legt es nahe, sie als Fühltüpfel aufzufassen, da der Druck des Labellum gerade auf diese Stelle erfolgt.“

Meine eigenen Untersuchungen haben folgendes ergeben:

Was zunächst die Stellung der Blüte im Raum anlangt, so sah ich bei *M. buccinator* und *ignea* stets das Labellum auf der Erdseite und das Säulchen führte bei seiner Drehung eine Krümmung nach unten aus, sodaß sein Anhängsel von oben her in die Delle des Labellum eingefügt ist und seine Bauchseite nach außen kehrt. Die Blüten sind auf zwei Seiten von der nach oben gewendeten Blütenstandsachse herabgebogen und wenden auf beiden Seiten die Anthere nach außen; die Säulchen der rechts und links stehenden Blüten sind also in verschiedenem Sinne gedreht. Ein Insekt, das sich auf dem Labellum niederläßt, kann also unmöglich einen Druck auf das Anhängsel ausüben, wie V. GUTTENBERG es beschreibt, aber es kann überhaupt schwerlich eine Verbiegung des Labellum herbeiführen, da dieses außerordentlich dick und fest ist und zudem noch durch seine Einrollung einer Deformation Widerstand bietet. Jedenfalls müßte ein sehr gewichtiges Insekt Platz nehmen, wenn es zu einer Gestaltsänderung kommen sollte. Man kann das Labellum und die anderen Perigonblätter abschneiden, ohne daß es zur Abschleuderung kommt. Dann liegt das Säulchen frei zur Beobachtung. Man kann auch die Lippe zurückbiegen, sodaß zwischen ihr und dem Säulchen ein Zwischenraum frei wird; läßt man dann die Lippe in die ursprüngliche Lage zurückkehren, so erfolgt keinerlei Reizung. Streicht man nun die HABERLANDTschen Papillen, oder die Außenwand der

Anthere, des Stipes, oder die Narbe mit einem Hölzchen oder einem zarten Pinsel, so passiert nichts. Wird aber in ganz der gleichen Weise das in der Höhlung des Labellum liegende Anhängsel sehr zart berührt, so erfolgt augenblicklich die Explosion.

1

2

3

*Mormodes buccinator.*

Fig. 1. Intakte Blüte in natürlicher Lage. — Fig. 2. Dieselbe nach Abschleudern des Polliniums. — Fig. 3. Columella von der Seite nach Entfernung des Labellum. Alles etwas über nat. Größe.

Wird das Anhängsel durch Abschneiden des Labellum freigelegt, so kann man es auch auf der Rückenseite mit einem Pinsel streichen; es zeigt sich, daß diese Seite gar nicht oder sehr viel weniger empfindlich ist als die dem die Blüte besuchenden Insekt

allein zugängliche Bauchseite. Wird das Anhängsel stark verbogen, so erfolgt ebenfalls die Explosion, und zwar auch dann, wenn der Druck auf dem Rücken einsetzt, die Verbiegung also in der Richtung von außen nach innen erfolgt. In der intakten Blüte ist aber eine solche Verbiegung ausgeschlossen. Andererseits hat ein kräftiger Wasserstrahl, der aus einer Spritzflasche auf das Anhängsel gerichtet wird, keinen Erfolg. Es liegt also offenbar annähernd die gleiche Reizbarkeit wie bei Ranken vor. — Bei einzelnen Blüten blieb die Schleuderbewegung auch nach kräftiger Berührung des Anhängsels aus. Ein Einstich mit einer feinen Nadel in das Anhängsel bewirkte aber auch bei ihnen die Explosion. Sie waren offenbar schwächer reizbar.

Es ist also klar, daß dieses Anhängsel das reizaufnehmende Organ der *Mormodes*blüte ist und demnach den Antennen von *Catasetum* entspricht. Man wird es zweckmäßigerweise auch Antenne nennen dürfen, zumal rein morphologisch seine Deutung auf Schwierigkeiten stößt, was ja auch bei den Antennen von *Catasetum* der Fall ist.

Jeder der die Blüte von *Mormodes ignea* oder *buccinator* ohne Vorurteil ansieht, wird es für wahrscheinlich halten, daß dem Anhängsel diese Bedeutung zukommt. Denn mit ihm und nur mit ihm muß ein Insekt zusammenstoßen, wenn es sich auf dem Labellum niederläßt. Im übrigen hat ja für die beiden untersuchten Arten das Experiment die Vermutung bestätigt und eindeutig gegen die rein physiologisch-anatomisch begründete Ansicht gesprochen; zugleich hat es die alte Angabe DARWINs für *Mormodes luxata* bestätigt.

Es fragt sich nun, wie verhalten sich die anderen Arten. Erfahrungen habe ich keine über sie. Da aber alle, wie es scheint, ein Anhängsel haben, und dieses wohl zum Teil noch auffallender ausgebildet ist als bei *buccinator* (V. GUTTENBERG), so möchte ich vermuten, daß für die ganze Gattung *Mormodes* das Anhängsel Antenne ist. Wenn DARWIN gerade bei *Mormodes ignea* zu einem anderen Resultat gekommen ist, so verdient dieser Umstand Beachtung, aber er kann nicht meine Beobachtungen widerlegen. In der vollreifen Blüte wird aller Wahrscheinlichkeit nach auch ein geringes Zerren an der Antherenbasis zum Ausschleudern der Stipes führen —' weshalb aber bei DARWIN das Anhängsel unempfindlich war, kann man nicht wissen.

Auffallend ist die geringe Reizbarkeit der *Mormodes*blüte durch Chemikalien. Ätherdampf ist ohne Erfolg (vgl. ähnliche

Erfahrungen V. GUTTENBERGs bei *Catasetum*). Einlegen in Alkohol bewirkt zwar Abschleudern, aber es dauert 60—90 Sekunden, bis dieses eintritt — offenbar setzt die Wirkung des Alkohols am Trennungsgewebe unter den Stipes an und nicht an der Antenne. Es springt denn auch nur der Stipes mit der Klebscheibe in die Höhe; zu einem Abreißen der Anthere und Ausschleudern des ganzen Polliniums kommt es nicht.

Tröpfelt man konzentrierten Äther auf die Antenne, so erfolgt ebenfalls keine Explosion. Die Kontaktreizbarkeit der Antenne scheint aber erloschen, denn nach Reiben mit starrem Pinsel tritt keine Reaktion ein. Einige Minuten aber nach der Ätherbehandlung der Antenne fliegt der Stipes weg. Offenbar dringt Äther und Alkohol schwer in die Antenne ein und verbreitet sich langsam bis zum Trennungsgewebe. Auch Alkohol direkt auf die Antenne gebracht bleibt ohne Erfolg.

Auch über die Reizbarkeit von *Cycnoches* bestehen noch Zweifel. V. GUTTENBERG konnte nur bei kräftigem, zweiseitigen Druck auf die Columella unterhalb des Rostellums ein Abschleudern bewirken. Es ist wenig wahrscheinlich, daß ein Insekt imstande ist, einen solchen Druck auszuüben. DARWIN fand bei *Cycnoches ventricosum* das Filament der Antheren, das bei dieser Gattung sehr deutlich ausgebildet ist, sensitiv. Mir standen einige Blüten von *Cycnoches chlorochilon* zur Verfügung, die wir ebenfalls der Güte des Herrn KLAEBISCH in Venezuela verdanken. Obwohl diese durchaus normal aussahen, ist es mir nicht gelungen, nach Berührung irgend eines Blütenteiles eine Abschleuderung des Stipes zu beobachten; nur bei Einstich mit einer Nadel in den Stipes selbst erfolgte Schleudern. Offenbar waren die Blüten nicht reizbar. Sie blühten im Oktober und November, also spät im Jahr, aber gleichzeitig mit den reizbaren *Mormodes*. Betrachtet man die Blüte genauer, so zeigt sich, daß an der Spitze der Columella zwei kleine Blättchen stehen, zwischen denen die Insertionstelle des Filaments liegt. Mit diesen Blättchen könnte wohl ein auf dem fleischigen Labellum sitzendes Insekt am ersten in Berührung kommen. Denn die Columella ist so stark gekrümmt, daß diese Blättchen dem Labellum am nächsten kommen. Allein selbst als diese Blättchen zerquetscht oder abgeschnitten wurden, kam es nicht zum Schleudern. Auch die Insertionstelle der Anthere, die ein deutliches Filament darstellt, konnte durch einen Einstich mit feinem Messer abgetrennt werden, ohne daß Ausschleuderung erfolgte. Ich kann nur vermuten, daß zwar jene Blättchen Antennen sind, daß aber *Cycnoches* bei uns nicht reizbar wird.

Über die Ursache der Spannung im Stipes habe ich mir noch keine sichere Vorstellung bilden können, glaube aber, daß das, was V. GUTTENBERG darüber sagt, noch nicht ganz genügt.

---

**Literatur.**

DARWIN, CH., 1877. Die verschiedenen Einrichtungen, durch welche Orchideen von Insekten befruchtet werden. Deutsch von CARUS. Stuttgart.

HABERLANDT, G., 1901. Sinnesorgane im Pflanzenreich. Leipzig.

V. GUTTENBERG, 1915 u. 1928. Jahrb. wiss. Bot. 56, 374 u. 68, 135.

---

## Sitzung vom 25. Oktober 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Bennet-Clark, T. A.,** B. A., Assistent an der Botanical School of the Trinity College in **Dublin** (durch O. RENNER und L. BRAUNER),

**Claußen, Hugo,** cand. phil. in **Kiel,** Lornsenstr. 57, III (durch W. NIENBURG und R. JARETZKY),

**Dimmeck, Albert,** Bibliothekar in **Eberswalde** (durch K. L. NOACK und J. LIESE),

**Dixon, H. H.,** Sc. D., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Dublin,** Botanical School of the Trinity College (durch O. RENNER und L. BRAUNER),

**Dokturowsky, W. S.,** Professor in **Moskau 2,** Arbatstr. 51, Quart. 42 (durch L. JOST und H. WALTER),

**Gebauer, Hans,** cand. phil. in **Grimma** (Sachsen) (durch J. BUDER und R. SCHAEDE),

**von Jaczewski, Dr. A.,** Professor in **Petersburg (Leningrad),** Central-post, Postkiste n. 367 (durch G. GASSNER und O. APPEL),

**Pirschle, Dr. Karl,** Biologe der I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft in **Ludwigshafen a. Rh.** (durch O. FLIEG und J. WEISSFLOG).

Zum ordentlichen Mitglied wird ernannt:

**Killermann, Dr. Seb.,** Professor in **Regensburg.**

Auf Einladung des Vorstandes hielt unser Ehrenmitglied Herr Professor Dr. SERGIUS NAWASCHIN-Moskau einen Vortrag über den Wachstumsplan der Wurzelspitzen von Samenpflanzen und die mitogenetischen Strahlen.

---

Gemäß § 23 der Satzungen erfolgte in der Sitzung die Wahl des Berliner Vorstandes für das Jahr 1930. Die Wahl wurde durch Zettelabgabe vorgenommen, die abgegebenen Zettel wurden ausgezählt von den Herren BÖRGER und MÄCKEL. Die Wahl hatte folgendes Ergebnis:

Vorsitzender: Herr H. KNIEP,
1. Stellvertreter: Herr A. ZIMMERMANN,
2. Stellvertreter: Herr H. HARMS,
1. Schriftführer: Herr B. LEISERING,
2. Schriftführer: Herr A. TH. CZAJA,
3. Schriftführer: Herr H. W. WOLLENWEBER,
Schatzmeister: Herr E. TIEGS.

Redaktionskommission: Außer dem Vorsitzenden und den Schriftführern die Herren A. ENGLER, C. CORRENS und G. HABERLANDT.

Kommission zur Vorbereitung der Wahlen und der Generalversammlung: Die Herren H. MIEHE, L. DIELS, K. SNELL, F. HERRIG und F. MARKGRAF.

---

Herr B. LEISERING erstattete Bericht über die Tätigkeit des Deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht (DAMNU). Zunächst gab er eine kurze Darstellung von Entstehung und Organisation dieses Ausschusses, der von den Naturforscherversammlungen seinen Ausgang genommen hat, und dem z. Zt. 52 wissenschaftliche und technische Gesellschaften angegliedert sind, unter ihnen wohl nahezu alle namhaften und größeren Vereinigungen auf dem Gebiete der Mathematik und Naturwissenschaften. Auch unsere Gesellschaft ist fast seit dem Bestehen des DAMNU, nämlich seit 1908, durch eines ihrer Mitglieder in diesem Ausschusse vertreten, zuerst durch Herrn F. HOECK, später durch Herrn E. JAHN, und seit 1924 durch den Berichterstatter. In unserer Zeitschrift ist wiederholt über die Tätigkeit des Ausschusses Bericht erstattet worden.

Die Arbeit des DAMNU erstreckt sich auf alle Fragen, die die Organisation und Ausgestaltung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts betreffen; sie ist darauf gerichtet, dafür

Sorge zu tragen, daß die Interessen der exakten Disziplinen in den Schulen nicht hintangesetzt, sondern mit Nachdruck zur Geltung gebracht werden, und erstreckt sich auf alle Gattungen der Lehranstalten, von der Volksschule bis zur Universität.

Nachdem nun in Preußen und den meisten übrigen Ländern Deutschlands neue Richtlinien und Lehrpläne für den Unterricht an den höheren Schulen eingeführt worden sind — leider ohne rechtzeitige und ausgiebige Heranziehung des DAMNU und anderer weiterer Kreise von Sachverständigen, Wissenschaftlern und Pädagogen — und nachdem auch eine Neuordnung der Reifeprüfungen stattgefunden hat, nachdem ferner die Ausbildung der Volksschullehrer auf eine völlig neue Basis gestellt worden ist (Abiturientenexamen, pädagogische Akademien), hat sich die Notwendigkeit ergeben, das Studium und die Prüfungsordnung für das höhere Lehramt diesen Reformen anzupassen. Diese Gegenstände sind vom DAMNU in der letzten Zeit vielfachen und eingehenden Beratungen unterzogen worden. In der Sitzung vom 20. April 1929, an der zahlreiche Vertreter der Universitätslehrer, der Lehrer der höheren Schulen und der Praktiker teilnahmen, sind hinsichtlich der Neuordnung des Studiums und der Prüfung für das mathematische und naturwissenschaftliche Lehramt an höheren Schulen einstimmig die folgenden Leitsätze angenommen worden, denen sich inzwischen u. a. der Unterrichtsausschuß des Verbandes deutscher Hochschulen und der Deutsche Philologenverband angeschlossen haben:

1. Das fachwissenschaftliche Studium an der Universität und Technischen Hochschule ist das Rückgrat der Ausbildung der Philologen.

2. Die Prüfungsordnung für die wissenschaftliche Prüfung für das höhere Lehramt erstreckt sich auf eine Gruppe von sachlich und methodisch zusammengehörenden Fächern, von denen eines als Kernfach hervortritt.

Der Unterschied der Lehrbefähigung für verschiedene Unterrichtsstufen fällt weg.

3. In Studium und Prüfung tritt neben Philosophie als verbindliches Fach die Erziehungswissenschaft.

Die Ausbildung in praktischer Pädagogik fällt ausschließlich in die Referendarzeit.

Die Vorschläge haben die Voraussetzung, daß an den Hochschulen die notwendigen Einrichtungen geschaffen werden, insbesondere die zur Durchführung des Studiums der theoretischen

Erziehungswissenschaft an den Universitäten und Technischen Hochschulen notwendigen Lehrstühle, sie werden mit allem Nachdruck gefordert, wo sie noch nicht vorhanden sind.

4. Eine völlige oder begrenzte Ausbildung der künftigen Philologen an den pädagogischen Akademien wird grundsätzlich abgelehnt.

Herr LEISERING verlas diese Leitsätze und gab zu den einzelnen Sätzen nähere Erläuterungen. Er betonte besonders, daß mit allem Nachdruck seitens des DAMNU an der wissenschaftlichen Ausbildung der Studienräte auf den Universitäten festgehalten und eine Verlegung auch nur eines Teiles der Ausbildung der Philologen an die pädagogischen Akademien aufs entschiedenste abgelehnt wird.

---

Herr A. BLOCHWITZ zeigte an 70—80 Farbstofflösungen, daß die Konidienfarbstoffe aller Aspergillen sich in KOH lösen, z. T. unverändert, z. T. unter Überführung in Braun, bei allen grünen *Aspergillus*- und *Penicillium*-Species mit tief rotbrauner Farbe, ebenso alle Sporangienfarbstoffe von *Mucor*, *Rhizopus* und anderen Mucorineen, soweit bisher untersucht, mit tiefbrauner Farbe, das Grün der *Phycomyces*-Stiele, das Grün, Blau, Violett der *Absidia*-Lufthyphen mit brauner Farbe, daß also auch hier wie bei den grünen Konidien das Braunwerden im Alter auf einer Änderung der Reaktion beruht. (Mitteilung erscheint im Cbl. f. Bakt. u. Par.).

---

# Mitteilungen.

## 57. Wilhelm Nienburg: Zur Entwicklungsgeschichte der Fucus-Keimlinge.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 25. August 1929. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

ROSTAFINSKY (1876) hatte bei seinen entwicklungsgeschichtlichen Studien an *Fucus vesiculosus* gefunden, daß die Keimlinge auf jugendlichen Stadien an der Spitze, wo später die Scheitelgrube mit der Scheitelzelle entsteht, ein Haar mit basal-interkalarem Vegetationspunkt tragen. Da ihm die folgenden Entwicklungsstufen fehlten, konnte er das weitere Schicksal dieses Haares nicht mit Bestimmtheit aufklären, er vermutet aber — so wie ich seine sehr knappe Schilderung verstehe — einen Zusammenhang zwischen der Bildungszelle jenes Haares und der späteren Scheitelzelle der *Fucus*pflanze.

OLTMANNS (1889), der nach ihm die Entwicklung der Keimlinge eingehend verfolgt hat, hat das ROSTAFINSKYsche Stadium mit einem Haar niemals gesehen. Er ist deshalb auch überzeugt, daß die Scheitelzelle nicht aus einem solchen Haar entstehen kann, und daß die Vermutungen ROSTAFINSKYs falsch sind.

Da ich vor einiger Zeit (1927) bei der Untersuchung der Adventivsprosse von *Fucus* gesehen hatte, daß dort die Scheitelzelle ganz bestimmt aus einem Haar hervorgeht, so waren mir Zweifel an der Berechtigung der OLTMANNSschen Kritik gekommen. Ich habe deshalb im Frühjahr und Sommer dieses Jahres Kulturen von *Fucus*keimlingen von verschiedenem Alter fixiert, um ihre Entwicklung noch einmal zu verfolgen. Leider bin ich augenblicklich behindert, die Untersuchung fertig zu stellen, und deshalb möchte ich wenigstens ein Stadium wiedergeben, das sich in meinen Präparaten sehr häufig findet (Abb. 1). Es zeigt, daß die ROSTAFINSKYsche Beobachtung richtig war, und daß OLTMANNNS das Stadium der jungen von einem Haar gekrönten Keimlinge übersehen haben muß. Man sieht schon, wie sich neben dem ersten Haar Initialen für die weiteren gebildet haben, die später die Scheitelgrube auskleiden werden. Auch die Einsenkung dieser Grube ist schon angedeutet.

Die älteren Stadien habe ich noch nicht untersuchen können, aber da man wohl aus den Befunden bei der Entwicklung der Adventiv-

Abb. 1. Junger Keimling von *Fucus vesiculosus* in medianem Längsschnitt.

sprosse auf die der Keimlinge Schlüsse ziehen darf, so ist anzunehmen, daß aus der Initialzelle des Haares, die durch einen großen Kern ausgezeichnet ist, später die Scheitelzelle hervorgeht.

Die Bestätigung und genauere Verfolgung der ROSTAFINSKY-schen Feststellung scheint mir deshalb von allgemeinerer Bedeutung, weil sie zeigt, daß das alte Requisit der Phaeosporeen, der trichothallische Vegetationspunkt, sich auch noch in der Ontogenie der Fucaceen nachweisen läßt, und ihre Scheitelzelle wahrscheinlich auf ihn zurück zu führen ist.

---

### Literatur.

ROSTAFINSKY, J. 1876. Beiträge zur Kenntnis der Tange. Heft I. Über das Spitzenwachstum von *Fucus vesiculosus* und *Himanthalia lorea*. Mit Taf. I—III. Leipzig. Arthur Felix.

OLTMANNS, FR. 1889. Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Bibliotheca Botanica. Cassel.

NIENBURG, W. 1927. Zur Ökologie der Flora des Wattenmeeres. I. Teil. Der Königshafen bei List auf Sylt. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel. Bd. 20.

---

## 58. E. G. Pringsheim: Algenreinkulturen.
### Eine Liste der Stämme, welche auf Wunsch abgegeben werden.

(Pflanzenphysiologisches Institut der deutschen Universität in Prag II, Viničná 3a.)

(Eingegangen am 20. Oktober 1929. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Vor etwas mehr als einem Jahre habe ich an dieser Stelle eine Liste der Algenstämme veröffentlicht, welche dauernd in unserem Institut weiter gezüchtet werden und auf Bestellung an Fachgenossen abgegeben werden.

Inzwischen hat sich unsere Sammlung erweitert, teils durch eigene Tätigkeit, teils durch freundliche Überlassung von Kulturen. Den Herren Kollegen K. BORESCH, Tetschen-Liebwerd, H. KNIEP, Berlin-Dahlem, und W. VISCHER, Basel, möchte ich für ihre wertvolle Hilfe besonders danken. Solche Sendungen sind sehr willkommen. Sie bieten nicht nur uns und den eventuellen Beziehern Nutzen, sondern auch den Einsendern, da erfahrungsgemäß an Instituten, die nicht besonders darauf eingerichtet sind, gelegentlich hergestellte Reinkulturen nicht lange erhalten bleiben. Gerade solche Stämme aber, die schon zu morphologischen oder physiologischen Studien gedient haben, sollten zu Vergleichszwecken weiter gezüchtet werden.

Alle Stämme unserer Sammlung werden gegen Erstattung der Unkosten in Höhe von 2 RM für die Kultur abgegeben, aber nur für wissenschaftliche Zwecke und mit der Verpflichtung, sie nicht weiter zu geben. Auch ein Austausch gegen Arten, die in unserer Sammlung bisher nicht vertreten sind, ist willkommen. Es müssen aber bakterienfreie Algenreinkulturen in gleicher Anzahl und mit verläßlicher Bestimmung eingesandt werden, für die der Übersender die Verantwortung übernimmt.

Der Sicherheit wegen wollen wir jeder Kultur ein unbeimpftes Kulturröhrchen beigeben, in das wir nach Empfang sogleich überzuimpfen bitten. Dadurch wird erreicht, daß der Empfänger sich von der guten Beschaffenheit der Kultur überzeugt, und daß das Überimpfen nicht hinausgeschoben wird, bis der Nährboden hergestellt ist. Die Kulturen sind vor direkter Besonnung geschützt, aber bei guter Beleuchtung, am besten unmittelbar an einem Nordfenster, unterzubringen.

Die Versendung im Hochsommer hat sich als unzweckmäßig erwiesen, ebenso ist allzu große Kälte zu vermeiden. Wir bitten, wenn möglich, auf die Jahreszeit Rücksicht zu nehmen, besonders an entfernteren Orten. Sehr erwünscht wäre uns Nachricht über den Zustand, in dem die Kulturen eintreffen, damit wir auf Grund weiterer Erfahrungen unsere Methoden verbessern oder Ratschläge erteilen können. Für jede Hilfe und Anregung sind wir dankbar.

Im allgemeinen ist Fleischextraktagar (0,25 % Liebigs Fleischextrakt, 1,5 % Stangenagar) zur Weiterzucht geeignet, der auch den Vorteil besitzt, daß sekundäre Verunreinigungen auf ihm sofort sichtbar werden. Protococcalen und die meisten Volvocalen können ebensogut auf Normalalgenagar ($KNO_3$ 0,05 %, $KH_2PO_4$ 0,005 %, $MgSO_4 + 7 H_2O$ 0,002 %, $Fe_2Cl_6$ 0,0001 %; 1,5 % Agar) fortkommen. Für die Conjugaten und Cyanophyceen ist Fleischextraktagar ungeeignet. Für die Conjugaten empfehlen wir $KNO_3$ 0,02 %, $K_2HPO_4$ 0,002 %, $MgSO_4 + 7 H_2O$ 0,001 %, $FeSO_4$ 0,0005 % und 1,5 % Agar, für die genannten Cyanophyceen eine gleiche, doch 10fach höher konzentrierte Lösung mit 1,5 % Agar. Unter den absoluten Reinkulturen auf Agar sind die Conjugaten besonders empfindlich und ertragen eine längere Verdunkelung nur schwer. Die speziesreinen Kulturen (im Verzeichnis ohne „R") können nicht auf Agar gebracht werden. Sie werden in Lösung (meist Erdabkochung nach E. G. PRINGSHEIM) gehalten. Die besonders empfindlichen Formen, deren Versendung nur auf kurze Strecken möglich ist, sind im Verzeichnis in Klammer gesetzt. *Prototheca* wächst auf Bierwürzeagar, *Polytoma* braucht einen Spezialnährboden. Hier ist die Literatur zu vergleichen. Überhaupt ist ein dauerndes, erfolgreiches Arbeiten mit Algenreinkulturen nur auf Grund der Kenntnis der Literatur und der Beherrschung der einschlägigen Methoden möglich.

Besondere Sorgfalt ist der Reinheit der Gefäße, welche am besten aus Jenaer Glas sein sollen, und des Wassers, welches aus Glaskühlern destilliert sein muß, zuzuwenden. Zur Destillation bewährt sich der von FITTING (1927, S. 433 ff.) angegebene Apparat. Für Algenagar wird der obigen Lösung 1,5 % guten Stangenagars zugesetzt, welcher zuvor in mehrfach gewechseltem destilliertem Wasser gewaschen worden ist. Ein Filtrieren ist nicht nötig. Es genügt, nach dem Kochen im Autoklav die ungelösten Teile absetzen zu lassen. Unbedingt zu vermeiden ist das Hineintropfen von Kondenswasser aus dem Sterilisierapparat.

**Verzeichnis der Algenreinkulturen.**

(Isoliert von: P. = E. G. PRINGSHEIM, Cz. = V. CZURDA, M. = F. MAINX.)

Die auf Agar kultivierten, bakterienfreien Stämme sind mit einem R bezeichnet. Die übrigen speziesreinen Stämme werden in Nährlösung fortgezüchtet. Die Namen der besonders empfindlichen Formen sind in Klammer gesetzt.

I. Chrysomonadinae.

(*Synura uvella* Ehrenb.), M.

II. Heterocontae.

*Botrydiopsis arhiza* Borzi, Cz.
R *Heterococcus flavescens* Chodat, M.

III. Cryptomonadinae.

R *Cryptomonas* sp., P.

IV. Eugleninae.

(*Astasia ocellata* Khawkine), P., M. (PRINGSHEIM 1921.)
R *Colacium vesiculosum* Ehrenb., M.
R *Euglena anabaena* var. *minor* Mainx, M.
( „ *anabaena* Mainx), M.
R „ *deses* Ehrenb., M.
R „ *gracilis* Klebs (mehrere Stämme), M., Prof. Senn, Prof. Elmore.
( „ *intermedia* [Klebs] Schmitz), M.
R „ *Klebsii* (Lemm.) Mainx, M.
( „ *olivacea* Schmitz), M.
R „ *pisciformis* Klebs, M.
( „ *reticulata* Mainx), M.
( „ *spirogyra* Ehrenb.), M.
R „ *stellata* Mainx, M.
( „ *velata* Klebs), M.
R „ *viridis* Ehrenb., M.
(*Phacus pleuronectes* [O. F. M.] Duj.), M.

V. Chlorophyceae.

A. *Volvocales*, *Tetrasporales*.

R *Carteria crucifera* Korschikoff, P.
R „ sp. (aus dem Mittelmeer, auf Seewasseragar), M.
R *Chlamydomonas agloeformis* Pascher, M.

R *Chlamydomonas applanata* Pringsheim, P.
R „ *dorsoventralis* Pascher, M.
R „ *gyrus* Pascher, P.
R „ *incisa* Pringsheim, P.
R „ *inflexa* Pringsheim, P.
R „ *minuta* Pringsheim, P.
R „ *monoica* Strehlow, Prof. Kniep.
R „ *oblonga* Pringsheim, P.
R „ *orbicularis* Pringsheim, P.
R „ *oviformis* Pringsheim, P.
R „ *proteus* Pringsheim, P.
R „ *pseudagloe* Pascher, P.
R „ *pulchra* Pringsheim, P.
R „ *pulvinata* Vischer, Dr. Vischer.
R „ *subasymmetrica* Pascher, M.
R „ *subglobosa* Pringsheim, P.
R „ *subtilis* Pringsheim P.
R „ *umbonata* Pascher, M.
R *Chlorogonium elongatum* Dangeard, P.
R „ *euchlorum* Ehrenb. (drei Stämme), M., Prof. Kniep.
*Dunaliella salina* (Nährlösung mit 5 % Kochsalz), P.
(*Eudorina elegans* Ehrenberg), M.
R *Gonium pectorale* Müller, M.
R „ *sociale* Warming, M.
R *Haematococcus pluvialis* Flotow em. Wille (fünf Stämme), P., M.
R *Lobomonas piriformis* Pringsheim, P.
(*Pandorina morum* Bory), Cz.
R *Polytoma uvella* Ehrenb., M. (PRINGSHEIM 1921.)
(*Volvox aureus* Ehrenb.), M.
( „ *globator* Ehrenb.), P.
R *Asterococcus superbus* Scherffel, M.
R *Gloeocystis maxima* Mainx, M.

B *Protococcales.*

R *Ankistrodesmus falcatus* Ralfs, Cz.
R *Chlorella asymmetrica* Mainx, P.
R „ *pyrenoidosa* Chick, P.
R „ *saccharophila* Nad., P.
R „ *vulgaris* Beyerinck (zwei Stämme der Sammelart), P.

R *Chlorococcum humicolum* (Naeg.) Rabenhorst, P.
R „ *infusionum* (Schrank) Menegh. (zwei Stämme), M.
R „ *Wimmeri* Rab. (zwei Stämme), M.
R *Coelastrum proboscideum* var. *gracile* Vischer, Dr. Vischer.
R „ „ var. *dilatata* Vischer, Dr. Vischer.
R *Coccomyxa subellipsoideo Acton,* P.
R „ *simplex* (Pringsheim) Mainx, (zwei Stämme), P.
R (*Eremosphaera viridis* de Bary), M.
*Pediastrum Boryanum* (Turpin) Menegh. (zwei Stämme), M.
R *Protosiphon botryoides* (Kütz.) Klebs, P.
R *Prototheca Zopfii* Krüger, P. (auf Bierwürzeagar).
R *Scenedesmus basiliensis* Vischer, Dr. Vischer.
R „ *bijugatus* (Turp.) Kütz., P.
„ *hystrix* Lagerh., M.
R „ *obliquus* (Turp.) Kg., P.
R „ sp., P.
*Sorastrum spinulosum* Naeg., M.

C. *Ulotrichales, Oedogoniales.*

R *Hormidium flaccidum* A. Br., P.
R „ *nitens* Menegh., P.
*Oedogonium* (verschiedene Arten), M.
R *Pseudendoclonium basiliense* Vischer, Dr. Vischer.
R *Stichococcus bacillaris* Naeg., (zwei Stämme), P., Dr. Vischer.
R „ *mirabilis* Lagerh., P.
R *Stigeoclonium tenue* Kütz., Cz.
R *Uronema confervicolum* Lagerh., P.

D. *Conjugatae.*

R *Cosmarium Botrytis* Menegh., Cz.
R „ *impressulum* Elfv., Cz.
(*Closterium acerosum* [Schrank] Ehrenb.), Cz.
R *Mesotaenium caldariorum* (Lagerh.) Hansg., Cz.
(*Micrasterias denticulata* Bréb.), P.
( „ *rotata* [Grev.] Ralfs), P.
R *Spirogyra mirabilis* (Hass.) Kütz., Cz.
R „ sp. (Nr. 8), Cz.
R „ *tenuissima* (Hass.) Kütz., Cz.
R „ *varians* (Hass.) Kütz., Cz.
R *Zygnema peliosporum* Wittrock, Cz.
R „ sp. (Nr. 1), Cz.

VI. *Rhodophyceae.*

*Porphyridium cruentum* Naeg., Prof. Boresch.

VII. *Cyanophyceae.*

(Alle Stämme von K. BORESCH isoliert.)

*Lyngbya aerugineo-coerulea* (Kütz.) Gomont.
*Oscillatoria amoena* (Kütz.) Gomont.
*Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont var. *olivacea* Boresch.
" *favosum* (Bory) Gomont.
" *luridum* (Kütz.) Gomont var. *olivacea* Boresch.
" " " " var. *violacea* Boresch.
" *laminosum* (Agardh) Gomont var. *aeruginea* Boresch.

---

**Literaturverzeichnis.**


BENECKE, W.: Über Kulturbedingungen einiger Algen. Bot. Ztg., 56 (1898).
BORESCH, K.: Die Färbung der Cyanophyceen und Chlorophyceen in ihrer Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt des Substrates. Jhrb. f. w. Bot., 52 (1912).
—, —: Ein Fall von Eisenchlorose bei Cyanophyceen. Ztschr. f. Bot., 13 (1921).
CHODAT, R.: Monographie d'algues en culture pure. Genève, 1913.
CZURDA, V.: Die Reinkultur von Conjugaten. Arch. f. Prot.-K., 53 (1926).
FITTING, H.: Untersuchungen über Chemodinese bei *Vallisneria*. Jhrb. f. w. Bot., 67 (1927).
KOSTKA, G.: Praktische Anleitung zur Kultur von Mikroorganismen. Mikrokosmos.
KÜSTER, E: Kultur der Mikroorganismen. Leipzig-Berlin, 1921.
MAINX, F.: Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Eugleninen. I u. II. Arch. f. Prot.-K., 60 (1927).
—, —: Einige neue Chlorophyceen. Arch. f. Prot.-K., 63 (1928).
—, —: Biologie der Algen. In „Tabulae biologicae", Bd V.
PASCHER, A.: Süßwasserflora Deutschlands usw. Bd. 4 (Volvocales).
PRINGSHEIM, E. G.: Kultur der Desmidiaceen. Ber. d. D. Bot. Ges., 36 (1919).
—, — —: Algenkultur. ABDERHALDENS Handbuch d. biol. Arbeitsmethoden, Abt. 11, H. 2 (1921).
—, — —: Zur Physiologie saprophytischer Flagellaten. Beitr. z. allg. Bot., 2 (1921).
—, — —: Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. V. Mitteilung. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, 14 (1926).
—, — —: Neue Chlamydomonaceen, welche in Reinkultur gewonnen wurden. Arch. f. Prot.-K., 67 (1929).
STREHLOW, K.: Über die Sexualität einiger Volvocales. Ztschr. f. Bot., 21 (1929).
VISCHER, W.: Etudes d'algologie expérimentale. Bull. soc. bot. Genève, sér. 2, 18 (1926).
—, —: Zur Biologie von *Coelastrum proboscideum* und einiger anderer Grünalgen. Verh. nat. Ges. Basel, 38 (1927).


---

## 59. B. Schussnig: Zur Priorität der Entdeckung der Caulerpa-Fortpflanzungsorgane.

Eine Erwiderung an R. DOSTAL.

(Eingegangen am 27. Oktober 1929.)

In der Oktobernummer dieser Berichte hat R. DOSTAL den Vorwurf gegen mich erhoben, ich hätte die Priorität der Entdeckung der Fortpflanzung durch Schwärmer bei *Caulerpa prolifera* für mich in Anspruch genommen. Es erübrigt sich eigentlich, überhaupt auf diesen Angriff zu reagieren. Ich habe auch gar nicht die Absicht und Veranlassung mich zu rechtfertigen, denn das hieße sich selbst anklagen. Ich will bloß einige Tatsachen vorbringen, aus denen der unvoreingenommene Leser sich selbst sein Urteil wird bilden können.

In meiner vorläufigen Mitteilung über die Fortpflanzung von *Caulerpa* (Österr. Bot. Zeitschr. 78, 1929, S. 1—8) bin ich von der im Mai 1928 erschienenen Publikation DOSTALs (Planta, 5, 1928, S. 622—634) ausgegangen, weil, wie jeder weiß, die älteren Angaben über Vorkommen von Schwärmern bei der Gattung *Caulerpa* recht unsicher waren. DOSTALs Arbeit war auch die einzige, die den tatsächlichen Verhältnissen sehr nahe zu kommen schien und zur Zeit meiner Beobachtungen an der Zoologischen Station in Neapel (Oktober 1928) auch die einzige Arbeit überhaupt, die ich über diesen speziellen Gegenstand kannte. Auf die Wahrnehmungen der „Besucher der Brünner Ausstellung (Zeitgenössische Kultur, Abt. Wissensch., Biologie, von Juni 1928 an)“ konnte ich mich unmöglich berufen, denn ich kenne keinen dieser Besucher und wußte auch nicht, daß es in Brünn eine Ausstellung gibt, in der unter anderem auch Schwärmer von *Caulerpa* vorgezeigt wurden. Es ist klar, daß in einem solchen Falle nur die in den einschlägigen Fachzeitschriften veröffentlichten Mitteilungen berücksichtigt werden können.

Nun will ich aber in genauer chronologischer Reihenfolge den Hergang meiner Beobachtungen beschreiben, um darzutun, daß ich tatsächlich ganz unabhängig zu der Feststellung der Schwärmer der Neapler *Caulerpa* gekommen bin. Am 3. Oktober 1928 sammelte ich im sogen. „Porto Rendell“ am Ufer des Posilips einige *Caulerpa*-Exemplare, namentlich deswegen, weil mir an ihrer Färbung und Verteilung des grünen Farbstoffes ein abnormes

Verhalten aufgefallen war. Während der Rückfahrt fiel mir auf, daß das Wasser in den Sammelgläsern, in denen die *Caulerpa*-Pflanzen lagen, sich grünlich verfärbt hatte. Da es zu der Zeit in Neapel noch ziemlich heiß war, dachte ich zunächst daran, daß das Wasser sich getrübt hätte und war nahe daran, das Wasser auszuschütten, um es durch frisches zu ersetzen. Ich wurde von diesem Vorhaben durch ein Gespräch mit dem Fischer abgelenkt. Als ich jedoch die Gläser im Laboratorium näher besah, da bemerkte ich sofort, daß die grüne Färbung des Wassers das typische Aussehen hatte, das es bei reicher Ansammlung grüner Schwärmer immer hat. Da ich außer *Caulerpa* sonst keine andere Chlorophycee mitgenommen hatte, die ihre Schwärmer entleert haben konnte, so wurde mir die Sache verdächtig. Ich pipettierte einen Tropfen des grünen Wassers heraus und überzeugte mich sofort, daß es sich um grüne Schwärmer in unerhörten Mengen handelte. Ich war zunächst aber doch noch etwas vorsichtig, weil mir die Angabe DOSTALs in Erinnerung war, laut welcher die „Papillen" voraussichtlich die Gametangien sein sollten. Im Banne dieser Vorstellung konnte ich zunächst gar nicht daran glauben, daß diese relativ kleinen Bildungen, die auch an meinem Material vorhanden waren, imstande gewesen wären, so ungeheure Mengen von Schwärmern zu entleeren, zumal das Sammelglas etwa 3 Liter Wasser faßte. Jetzt kam mir erst der Verdacht, daß diese Schwärmer, wenn sie wirklich zu *Caulerpa* gehörten, im Innern des Blattes entstehen könnten. Ich nahm daher ein mit Papillen versehenes Blatt heraus, spülte es kräftig unter der Meereswasserleitung ab, um nicht von anhaftenden Schwärmern irregeleitet zu werden, und untersuchte es unter dem Mikroskop bei sehr starkem elektrischen Licht. Und jetzt konnte ich endlich die Wahrnehmung machen, daß die Schwärmer in riesigen Mengen und in lebhafter Bewegung im Lumen des Blattes enthalten waren.

Wer meine Mitteilung genau durchliest, wird sich ohne weiteres davon überzeugen, daß es mir zunächst darum zu tun war, die Arbeit DOSTALs vom Mai 1928 in einigen Punkten richtigzustellen. Denn DOSTAL hat damals in der Zusammenfassung seiner Arbeit auf S. 633 unter Punkt 1 resumierend geschrieben: „An *Caulerpa prolifera* wurden im Spätsommer 1927 im Hafen von Villefranche-sur-Mer eigenartige, bislang nicht beschriebene „Organe" beobachtet, die höchstwahrscheinlich als Gametangien aufzufassen sind." Da mir in der Zeit vom Mai bis Oktober 1928 keine weitere Angabe von DOSTAL über diesen Gegenstand bekannt wurde, so fühlte ich mich berechtigt, seine Angaben dahingehend zu

korrigieren, daß nämlich die Schwärmer im Blatt entstehen und die Papillen nicht Gametangien, sondern bloß Entleerungsorgane darstellen.

In besagter Publikation DOSTALs vom Mai 1928 heißt es dann weiter auf S. 629: „Bei einigen Exemplaren sieht man neben den bereits entleerten Papillen oft noch geschlossene, die dichte Häufchen von kleinen, länglichen Zellen enthalten. Diese sind wahrscheinlich als Mikrogameten aufzufassen; denn andere Exemplare zeigen wieder größere ovoide, ebenfalls scharfkonturierte Zellen, die entweder noch in dem Hohlraum der bereits geöffneten Papillen oder zwischen den herausgequollenen Gallertschichten zurückgehalten wurden, und die höchstwahrscheinlich Makrogameten vorstellen (Abb. 3). Da die Kopulation frei gewordener Schwärmer nicht beobachtet wurde, ist allerdings diese Deutung des am bislang untersuchten Material Beobachteten unsicher.“ Mag diese Deutung richtig oder falsch sein, eines ist sicher, daß DOSTAL zur Zeit dieser Arbeit die freien Schwärmer, im schwimmenden Zustand, noch nicht gesehen hatte, was außer dem Text auch aus seiner Abb. 3 klar hervorgeht. Da mir nun zur Zeit meiner Beobachtungen anfangs Oktober 1928 — das muß ich immer wieder betonen — nur diese eine Arbeit vom Mai 1928 bekannt war, so glaubte ich mich durchaus berechtigt, in meiner vorläufigen Mitteilung von den freien Schwärmern, die ich in solchen Unmengen vor mir hatte, und deren Form und Begeißelung ich daher leicht feststellen konnte, Erwähnung zu tun. Ja, ich war damals tatsächlich auch der Meinung, daß ich voraussichtlich der erste gewesen bin, der diese Schwärmer gesehen hat. Wenn mir daher DOSTAL entgegenhält, daß ihm einige Wochen früher (das genaue Datum gibt er nirgends an) Herr und Frau SCHWARTZ Mitteilung gemacht haben, daß sie die Schwärmer von *Caulerpa* in Neapel gesehen haben, und wenn er vielleicht daraus den Schluß ziehen sollte, daß ich es daher auch gewußt haben muß, aber verschwiegen, so kann ich ihm darauf nur antworten, daß mir weder Herr noch Frau SCHWARTZ, obzwar wir in der Station unmittelbare Zimmernachbarn waren, auch nur das Geringste von ihren Beobachtungen gesagt haben! Nicht einmal an dem Tag, dem 3. Oktober, wo ich die Schwärmer fand und zu Frau Dr. SCHWARTZ ins Zimmer eilte und sie fragte, ob sie vielleicht auch die immerhin aufregende Erscheinung festgestellt hatte.

Die von mir gemachten Feststellungen schienen mir wichtig genug, um sie sofort der Öffentlichkeit bekanntzugeben. Am 6. Oktober 1928 schloß ich das Manuskript meiner vorläufigen Mitteilung ab und schickte sie meinem Freunde Prof. Dr.

E. JANCHEN, als Mitredakteur der Österr. Bot. Zeitschr., nach Wien mit der Bitte, die Drucklegung tunlichst zu beschleunigen, was er auch tat. Diese Beschleunigung war in erster Linie aus sachlichen Motiven heraus meinerseits erwünscht, denn ich wußte weder von dem Aufenthalt DOSTALs in Villefranche noch von den Darbietungen bei der Brünner Ausstellung etwas. Das war also am 6. Oktober. Am 27. Oktober[1]) schickte mir Prof. JANCHEN das Separatum der DOSTALschen Mitteilung in den Comptes rendus der Pariser Akademie, das inzwischen im Wiener Botanischen Institut eingetroffen war. Diese Mitteilung ist in dem Heft enthalten, welches am 1. Oktober 1928 herausgegeben wurde. Da meine Mitteilung erst am 6. Oktober eingeschickt wurde, so ist es klar, daß DOSTAL die Priorität zukommt. Das habe ich aber auch niemals bestritten, im Gegenteil, als ich von der DOSTALschen Mitteilung und deren Inhalt Kenntnis nahm und sah, daß er im wesentlichen dasselbe beschrieben, wie ich es in Neapel gefunden hatte, so habe ich die selbstverständliche Konsequenz gezogen und schickte Herrn Prof. JANCHEN einen kurzen Nachtrag zu meiner bereits in Druck befindlichen Mitteilung mit der Bitte, zu veranlassen, daß dieser Nachsatz direkt im Anschluß an die erwähnte Mitteilung gedruckt würde. Der Wortlaut dieses Nachsatzes ist folgender: „Während des Druckes der vorliegenden Mitteilung (nach Durchführung der ersten Korrektur) wurde ich durch Herrn Prof. Dr. E. JANCHEN auf eine anfangs Oktober d. J. in den Comptes rendus de l'Académie des sciences in Paris (*in der Fußnote: Band 187, S. 569, Sitzung vom 1. Oktober 1928) erschienene Mitteilung von R. DOSTAL aufmerksam gemacht, die im wesentlichen dieselben Tatsachen enthält wie meine oben angeführten Befunde. Die Mitteilung DOSTALs ist sehr knapp gehalten, sodaß abzuwarten ist, was er in seiner angekündigten ausführlicheren Abhandlung bringen wird. Jedenfalls ist es sehr erfreulich, daß die Tatsache des Vorkommens von Schwärmern als solche an zwei verschiedenen Stellen und ganz unabhängig voneinander festgestellt wurde. Dies ist umso wertvoller, als man ja vielfach darauf gefaßt war, *Caulerpa* für vollständig apospor zu halten. I c h  g l a u b e  d a h e r, daß auch noch nach Kenntnis der kurzen Mitteilung DOSTALs der vorliegende Aufsatz von mir nicht überflüssig ist, denn er wird zumindest dazu beitragen können, die eventuell zu erwartende Skepsis umso wirksamer zu zerstreuen." (l. c. S. 8!) Speziell

1) Den begleitenden Brief habe ich noch aufgehoben, er steht jedem zur Einsicht zur Verfügung.

aus diesem letzten Satz, den ich hier in der Wiedergabe gesperrt drucken lasse, geht ohne weiteres hervor, daß ich, sobald ich von der Mitteilung DOSTALs Kenntnis hatte, sofort seine Priorität anerkannt und dementsprechend auch zum Ausdruck gebracht habe.

Von diesem hier neuerdings abgedruckten Nachsatz findet man aber in der ganzen Polemik DOSTALs kein einziges Wort der Erwähnung! Ich will zu seiner Entschuldigung immerhin annehmen, daß er ihn übersehen hat. Zu dieser Annahme veranlaßt mich der Umstand, daß der Hauptinhalt meiner Mitteilung auf Seite 7 unten aufhört, und daß ungeschickterweise, auch nach Einschaltung des, wie gesagt, später eingeschickten Nachtrages, der Abschlußstrich unter der letzten Zeile der Seite 7 stehengeblieben ist. Ich habe das erst nach Erhalt der Separata bemerkt, und da konnte natürlich nichts mehr geändert werden. Wenn also dies die Ursache der ganzen Polemik ist und DOSTAL aus diesem Grunde meinen Nachtrag verschwiegen haben sollte, so ist das ein unglücklicher Zufall; ich kann und will nicht glauben, daß in wissenschaftlichen Kreisen eine andere Absicht vorkommen kann. Wenn sich somit aus diesen Gründen die ganze Polemik als gänzlich überflüssig herausstellt, so ist der Ton, den DOSTAL in seiner Schrift gegen mich angeschlagen hat, umso überflüssiger. Somit sind aber auch alle seine Interpretierungen meiner Zitate nicht nur überflüssig, sondern auch unberechtigt. Wenn er sich daran stößt, daß ich geschrieben habe, ich hätte meine Beobachtungen ganz „unabhängig von den ungefähr gleichzeitig erfolgten Feststellungen“ durch ihn gemacht, so kann ich dazu nur sagen, daß in der deutschen Sprache das Wort „unabhängig“ noch lange nicht eine Prioritätsverletzung bedeutet. Ich habe tatsächlich meine Beobachtungen unabhängig gemacht, d. h. ohne zu wissen, was zur gleichen Zeit oder sogar früher DOSTAL gesehen hatte. Maßgebend ist für mich nur das gedruckte Wort, und dieses habe ich auch in vollkommen loyaler Weise berücksichtigt. Eine Prioritätsverletzung ist juridisch nur dann gegeben, wenn eine zeitlich ältere Angabe von jemandem zu einem späteren Zeitpunkt geflissentlich verschwiegen wird. Nachdem ich das, wie jeder unbefangene Leser zugeben wird, nicht getan habe, so sind alle Anschuldigungen DOSTALs vollkommen gegenstandslos. Daß ich somit auch keine Veranlassung habe, auf die einzelnen Punkte seiner Polemik einzugehen, ist selbstverständlich. Auf einzelne Stellen, die sachlicher Natur sind, werde ich bei einer passenderen Gelegenheit antworten.

Wien, 26. Oktober 1929.

# Sitzung vom 29. November 1929.

Vorsitzender: Herr F. HERRIG.

Der Vorsitzende gibt bekannt, daß unser Mitglied, Herr

Dr. **Curt Schwarze**,

Kustos am Institut für allgemeine Botanik in **Hamburg**, am 20. November 1929 gestorben ist.

Die Anwesenden erheben sich zu Ehren des Entschlafenen von ihren Plätzen.

Der Vorsitzende teilt mit, daß an Herrn Geheimrat Professor Dr. G. HABERLANDT in Berlin zu seinem 75. Geburtstage am 28. November vom Vorstand eine Glückwunschadresse gerichtet worden ist, die verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Sehr geehrter Herr Geheimrat!

Vor fünf Jahren konnte Ihnen die Deutsche Botanische Gesellschaft anläßlich Ihres 70. Geburtstages an der Stätte Ihres früheren Wirkens ihren Glückwunsch aussprechen und der Hoffnung Raum geben, daß Ihnen noch eine lange Reihe schaffensfroher und gesunder Jahre beschieden sein möchten. Heute, an dem Tage, an dem Sie Ihr 75. Lebensjahr vollenden, dürfen wir unserer besonderen Freude Ausdruck geben, daß sich unsere Wünsche und Hoffnungen in reichstem Maße erfüllt haben.

Gewiß, nicht ohne Sorge haben wir in jenen Tagen Ihrer gedacht, da ein schwerer Unfall Sie auf ein langes Krankenlager warf. Aber mit erstaunlicher Kraft und Frische und mit fast jugendlicher Elastizität sind Sie wieder an die Arbeit zurückgekehrt, die Ihnen im Schaffen und Forschen an der geliebten Wissenschaft Lebensinhalt bedeutet.

So hat Sie auch in diesem Jahre weiter das Problem der Hormone beschäftigt, deren Wirkung für den pflanzlichen Organismus aufzuhellen das Ziel zahlreicher Ihrer Arbeiten und Studien war. Welche Summe von Anregungen von diesen von Ihnen zuerst verfolgten Gedanken ausgegangen sind, mögen Sie an der Fülle der Literatur ermessen, die sich seitdem mit der Frage nach der Natur und dem Wirken der Reiz- und Wuchsstoffe beschäftigt.

Ganz besonderes Interesse boten Ihnen jene Stoffe, unter deren Einfluß im verletzten oder teilweise abgestorbenen Organismus

Regenerationen und wichtige histologische Veränderungen vor sich gehen, und die Sie als Wund- und Nekrohormone bezeichnet haben.

Untersuchungen über die physiologische Bedeutung dieser Hormone verdanken die Arbeiten über die Entwicklungsphysiologie des Periderms, über die Zytologie und Physiologie des weiblichen Gametophyten von *Oenothera* und über die mitogenetische Strahlung ihre Entstehung. Während Sie hier das Vorkommen von Wundhormonen für die höheren Pflanzen bestätigen, weisen Sie in Ihrer jüngsten Arbeit solche auch bei den Algen nach, bei denen Sie die höchste Stufe der Regeneration, die Wiedererstehung des ganzen Organismus aus nur einem Zellteil auf den Einfluß organogener Hormone zurückführen.

Die von Ihnen stets hervorgehobene physiologische Bedeutung der relativen Lage des Zellkernes in der Zelle gab Ihnen Anlaß zu Ihrer Erklärung des Wesens der ersten Zellteilung der befruchteten Angiospermen-Eizelle.

Und wie sie dem Zellkern mit Recht eine formative Kraft gegenüber der eigenen Zelle zuweisen, so führen Sie Ihre Untersuchungen über die *Crataegomespilus*-Bastarde zu der Ueberzeugung, daß in diesem Falle Kernen auch über das eigne Zellgebiet hinausreichende physiologische Kräfte innewohnen können.

Im Jahre 1926 konnten Sie zu Ihrer großen Freude die dritte Auflage Ihrer Botanischen Tropenreise erleben, in der Sie uns in vollendeter Form, verschönt durch die Zeugnisse Ihrer künstlerischen Beobachtungsgabe, eine klassische Schilderung der von jedem Botaniker so heiß ersehnten Tropenwelt gaben.

So sind Sie in tiefer Ergebenheit Ihrer Wissenschaft bis zu diesem Tage treu geblieben, und der Wunsch, den die Deutsche Botanische Gesellschaft Ihnen, ihrem Mitbegründer, ausspricht, geht dahin, daß Ihnen die Freude und die Kraft zu der wissenschaftlichen Forschung noch lange Jahre erhalten bleiben möge.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
(Unterschriften.)

---

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Arnold, August**, Assistent am Botan. Institut in **Münster i. W.** (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

**Bazyrina**, Frl. **K.**, Assistentin am Pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad)** (durch S. KOSTYTSCHEW und N. IWANOFF),

**Brehorst**, Lehrer in **Hedersleben** (Bez. Magdeburg) (durch O. REINHARDT und F. HERRIG),

**Ehring**, **Leo**, Apotheker in **Münster i. W.**, Brockhoffstr. 18 (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

**Günnewig**, **Josef**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Botan. Institut (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

**Huneke**, Frl. **Aenne**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Botan. Institut (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

**Nisikado**, Dr. **Josikazu**, in **Kuraschiki**, Okayama, Japan, Ohara Institut für landwirtschaftliche Forschungen, z. Zt. in Berlin, Uhlandstr. 128, bei COHN (durch H. KNIEP und J. SCHWEMMLE),

**Sapěhin**, Dr. **Leo A.**, wissenschaftl. Mitarbeiter im ukrainischen Institut für Genetik und Pflanzenzüchtung (durch TH. PORODKO und M. TSCHERNOYAROW),

**Schröder**, Frl. **Mathilde**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Botan. Institut (durch W. BENECKE und W. MEVIUS),

**Tschesnokov**, Dr. **W.**, Assistent am Pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad)** (durch S. KOSTYTSCHEW und N. IWANOFF),

**Vasiliev**, Dr. **Ivan M.**, Assistent am physiolog. Laboratorium des Institutes für angewandte Botanik in **Taschkent** (Mittelasien), Tarnau (durch N. MAXIMOV und P. KRASNOSSELSKY-MAXIMOV),

**de Vries**, Dr. **D. M.**, Rijkslandbouwproefstation **Groningen**, Afd. Botanie, Eemskanaal Z. Z. 1 (durch F. A. F. C. WENT und A. PULLE).

---

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Arland**, Dr. **Anton**, Privatdozent in **Leipzig**,
**Föyn**, **Björn**, Assistent in **Berlin-Dahlem**,
**Lüdi**, Dr. **Werner**, Privatdozent in **Bern**,
**Zinkernagel**, Dr. **Heinrich**, in **Blankenfelde** (Kreis Teltow).

---

Auf Einladung des Vorstandes hielt Herr L. DIELS einen Vortrag über die Frostbeschädigungen in den Botanischen Gärten im Winter 1928/29. Der Bericht wird voraussichtlich in einem der nächsten Hefte unserer Zeitschrift erscheinen.

---

# Mitteilungen.

## 60. Hugo Claußen: Zur Entwicklungsgeschichte von Phyllophora Brodiaei.

(Vorläufige Mitteilung.)
(Mit 1 Abbildung im Text.)
(Eingegangen am 11. Oktober 1929. Vorgetragen in der Oktobersitzung.)

Das Problem der Florideenparasiten ist oft von den Algologen erörtert worden. Insbesondere hat man verschiedentlich versucht, die Beziehungen zwischen *Phyllophora Brodiaei* und dem *Actinococcus subcutaneus* klarzulegen.

Auf Grund anatomischer Untersuchungen kam FRIEDRICH SCHMITZ (1893) zu dem Ergebnis, daß die kleinen Knöllchen am Thallus von *Phyllophora Brodiaei* von einer parasitischen Floridee, nämlich dem *Actinococcus* gebildet würden. Zwei Jahre später vertrat DARBISHIRE (1896) die entgegengesetzte Meinung, indem er die Knöllchen für die echten Nemathecien von *Phyllophora Brodiaei* hielt. Auf Grund negativer Kulturversuche der Tetrasporen und weiterer anatomischer Untersuchungen ließ er jedoch seine frühere Ansicht fallen (1899) und kam zu demselben Resultat wie SCHMITZ. So ruhte die Angelegenheit, bis im Jahre 1925 R. W. PHILLIPS die Selbständigkeit des *Actinococcus* wieder stark in Zweifel zog, und eine nochmalige Prüfung des Problems anregte.

Im August d. J. erschien nun eine Arbeit von K. ROSENVINGE: „*Phyllophora Brodiaei* and *Actinococcus subcutaneus*", die den eindeutigen Beweis erbringt, daß der bisherige *Actinococcus subcutaneus* kein Parasit ist, sondern das Nemathecium von *Phyllophora Brodiaei* darstellt.

Da ich seit dem Winter 1927 unter Leitung von Herrn Prof. NIENBURG an der Lösung desselben Problems gearbeitet habe, möchte ich meine bisherigen Ergebnisse, soweit sie die ROSENVINGEschen Untersuchungen ergänzen, kurz zusammenfassen:

Neben der Kultur der Tetrasporen, die ich im Gegensatz zu DARBISHIRE im Freien, nämlich in der Kieler Förde, ansetzte, versuchte ich, mir durch anatomische und vor allem zytologische

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Abb. 1.

Fig. 1. Vegetative Zelle. — Fig. 2. Karpogonzelle. — Fig. 3. Tetrasporenmutterzellen. — Fig. 4. Bildung der Tetrasporen.

Untersuchungen Klarheit über die Natur des *Actinococcus* zu verschaffen. Es stand zu erwarten, falls die Zellkerne von *Phyllophora Brodiaei* und von *Actinococcus* ganz abweichende Chromosomenzahlen ergeben würden, daß SCHMITZ und DARBISHIRE Recht hätten.

Die vegetativen Zellen von *Phyllophora Brodiaei* enthalten viele Kerne, die einen Durchmesser von ungefähr 2 $\mu$ zeigen. Bei der Kernteilung, die am häufigsten gegen Mitternacht stattfindet, sind 4 Chromosomen erkennbar. Fig. 1 stellt eine vegetative Zelle mit einigen Teilungs- und Ruhekernen dar. In den Zellen des Karpogons und im Gewebe des Parasiten sind häufig Kerne mit 8 Chromosomen zu sehen. Die große Zelle der Fig. 2 stammt aus einem Karpogon und zeigt 8 Chromosomen in der Prophase. Häufig sind ähnliche Chromosomenbilder, in denen vielfach der Nucleolus nicht mehr vorhanden ist. Fig. 3 zeigt Tetrasporenmutterzellen. Während die oberste Zelle einen Ruhekern enthält, zeigt die mittlere wohl ein Stadium der Diakinese mit 4 Paar Doppelchromosomen und die untere eine Anaphase mit deutlich 2 Reihen von je 4 Chromosomen. Die weiteren Stadien sind in Fig. 4 zu sehen: Die Tetrasporen enthalten also wieder Kerne mit 4 Chromosomen wie die vegetativen Zellen von *Phyllophora Brodiaei*.

Wenn diese zytologischen Ergebnisse vielleicht noch Zweifel zuließen, so lieferte die anatomische Untersuchung der Entwicklung des Karpogons den unbedingten Beweis für die Zusammengehörigkeit von *Phyllophora Brodiaei* und *Actinococcus* als Geschlechtspflanze und Sporophyt: Aus der Auxiliarzelle wachsen sporogene Fäden hervor und um das Karpogon herum setzt lebhafte Zellteilung ein. In diesen Zellen sind immer wieder Kerne mit 8 Chromosomen erkennbar. Dieses Gewebe bricht nach außen durch und erzeugt die roten Knöllchen, deren äußere Zellreihen die Tetrasporen liefern. Meine anatomischen Schnitte stimmen mit den Abbildungen ROSENVINGEs überein, auf die ich hier verweise.

Leider waren meine Kulturversuche weniger erfolgreich. Die Tetrasporen entwickelten sich recht gut zu kleinen fädigen und auch schon flächenartigen Gebilden, als mir die Kulturen entwendet wurden. Daß aus den Tetrasporen tatsächlich kleine, *Phyllophora Brodiaei* ähnliche Pflänzchen hervorgehen, hat ROSENVINGE durch Kulturversuche im Laboratorium nachgewiesen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen wird eine bessere und schnellere Entwicklung durch eine Kultur im Freien, die ich noch einmal wiederholen werde, zu erreichen sein.

Es steht also nunmehr fest, daß die Knöllchen am Thallus von *Phyllophora Brodiaei* den zugehörigen Sporophyten darstellen, der gewissermaßen auf der Geschlechtspflanze parasitiert. Die Geschlechtspflanze ist haploid mit n = 4 Chromosomen und der Sporophyt diploid mit 2 n = 8 Chromosomen. Die Reduktionsteilung findet in der Tetrasporenmutterzelle statt. Einen Befruchtungsvorgang konnte ich bisher noch nicht beobachten, aber ich werde mich bemühen, diesen aufzufinden und die ganze Sache demnächst eingehender in einer Dissertation darstellen.

---

## Literatur.


DARBISHIRE, O. V.: Die *Phyllophora*-Arten der westlichen Ostsee deutschen Anteils. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel, Heft 2, 1896.

—, —: On *Actinococcus* and *Phyllophora*. Annals of Botany Vol. XIII, 1899.

PHILLIPS, R. W.: On the *Genera Phyllophora*, *Gymnogongrus* and *Ahnfeldtia* and their Parasites. The New Phytologist, Vol. XXIV, 1925.

ROSENVINGE, K. L: *Phyllophora Brodiaei* and *Actinococcus subcutaneus*. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser. VIII. 4. 1929.

SCHMITZ, FR: Die Gattung *Actinococcus*, Kütz. Flora, Heft 5. 1893.

# 61. W. Figdor: Über den positiven Geotropismus der Achsenknollen von Gloriosa superba Linn. und G. Rothschildiana O. Brien.

(Mit 2 Abbildungen im Text)

(Eingegangen am 21. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

RIMBACH[1]) hat in diesen Berichten den Versuch gemacht, eine Einteilung der geophilen Gewächse vorzunehmen und zwar einerseits nach den Pflanzengliedern, in denen die Reservestoffe gespeichert werden, andererseits unter Berücksichtigung der Weise, auf welche die Erneuerungsknospen ihre Tiefenlage erreichen. Dieses Geschehen „kann u. a. auch ausschließlich oder vorwiegend durch Stengelwachstum zustandekommen“. Entweder wachsen die die Verjüngungsknospe tragenden Stengel, von der Samenkeimung ab, bei manchen Arten fast horizontal weiter, oder es ist bei anderen festzustellen, daß die Achse mehr oder weniger steil, manchmal sogar senkrecht abwärts wächst und dann erst in einer gewissen größeren Bodentiefe ein Übergang in die wagerechte Richtung erfolgt. Zugwurzeln kommen bei Pflanzen, die ein solches Verhalten zeigen, entweder gar nicht vor oder sie sind, falls vorhanden, nur von untergeordneter Bedeutung für die Lage der Erneuerungsknospen. Daß die Tiefenlage der Innovationssprosse eine nicht unabänderliche im Laufe der Zeiten ist, wird auch von RIMBACH[2]) erwähnt. Zahlreiche Beispiele für die verschiedenartigen Vorkommnisse sind von ihm in dankenswerter Weise zusammengestellt worden.

Während die Erscheinung des Plagiogeotropismus, der für das Wachstum von Seitenwurzeln und zahlreichen, unterirdisch vegetierenden Achsen in einer von der Vertikalen abweichenden Richtung verantwortlich gemacht wird und von den Physiologen vielfach studiert wurde, habe ich bei der Durchsicht der Literatur nur wenige Angaben darüber gefunden, auf welche Momente das Abwärtswachsen der Rhizome, Rhizomäste, Knollenbildungen usw. in den Erdboden in vertikaler Richtung zurückzuführen ist.

1) A. RIMBACH: Diese Berichte, Bd. 47 (1929), Seite 217 ff.
2) RIMBACH: l. c. Seite 218 und 219.

SACHS[1]) erwähnt, daß unterirdisch wachsende Rhizomäste verschiedener *Cordyline*-Arten (*C. cernua, C. colocoma, C. rubra*) vollkommen vertikal abwärts wie Hauptwurzeln wachsen, woraus man wohl schließen kann, daß er den positiven Geotropismus hierfür als Ursache ansieht[2]). Durch STAHL[3]) haben wir zuerst die Möglichkeit der Umstimmung des Plagiotropismus in positiven Geotropismus bei Rhizomen und Seitenwurzeln durch das Licht kennen gelernt.

Man sieht hieraus schon, wie verwickelt die Verhältnisse für das Einschlagen von verschiedenen Richtungen bei normaler Weise unterirdisch wachsenden Organen sind, und daß möglichst viele Einzelfälle auf ihre Ursachen hin geprüft werden müssen. In den folgenden Zeilen möge ein Beitrag[4]) hierfür geliefert werden.

Zu den Pflanzen, denen auch eine vegetative Vermehrung eigentümlich ist und zwar mittels Erneuerungsknospen, die sich, allgemein gesagt, an vertikal abwärts in die Erde wachsenden Achsen-, Stengelknollen befinden, gehören u. a. die Vertreter des zu den Liliaceen gehörigen Genus *Gloriosa*[5]).

Zum Verständnis der folgenden Ausführungen sei erwähnt, daß sich an den einzelnen Exemplaren von *G. superba* und *G. Rothschildiana*[6]) während der Individualentwicklung stets zwei

---

1) SACHS: Stoff und Form der Pflanzenorgane. Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie. Bd. II (Leipzig bei W. ENGELMANN). 1893, S. 1187. Derselbe Forscher führt auch *Yucca*-Arten (*Y. filamentosa, Y. gloriosa*) an, deren Rhizomäste teils horizontal, teils vertikal wachsen. Die Autorennamen sind leider nicht angegeben.

2) Nicht unerwähnt sei, daß ich bei *Clivia nobilis* manchmal von den Wurzelstöcken ausladende, senkrecht in die Erde wachsende Sprosse beobachtet habe, obwohl sie nicht irgendwie behindert erschienen, sich normal nach aufwärts zu entwickeln.

3) E. STAHL: Einfluß des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane. Diese Ber., Bd. II (1884), S. 383. Vgl. weiter die Literatur bei BENECKE-JOST: Pflanzenphysiologie (Jena bei G. FISCHER), 1923, Bd. II, S. 251 und auch RIMBACH: Das Tiefenwachstum der Rhizome in „FÜNFSTÜCKs" Beiträgen zur Wiss. Botanik Bd. III (1899), S. 200 „Die näheren Ursachen des Auf- und Abwärtssteigens der Rhizome." Ein abschließendes Urteil hierfür bildet sich R. nicht.

4) Siehe auch die vorläufige Mitteilung in dem Akademischen Anzeiger Nr. 24 (1929) der math. naturw. Klasse der Akademie d. Wiss., Wien.

5) Bei RIMBACH (l. c. 1929) finde ich dieses Genus nicht angeführt.

6) Die Art ist auch in den Supplementen des Index Kewensis nicht angegeben. Die Diagnose der Pflanze findet sich (nebst Abbildung) in Gard. Chronicle 1903, Bd. I, S. 322. Ich konnte nur die zwei eben erwähnten Arten in großer Zahl heranziehen. Es ist nicht zu zweifeln, daß die wenigen anderen Vertreter dieses Genus die gleichen morphologischen und physiologischen Verhältnisse zeigen werden.

(sehr selten drei) mehr oder minder parallel zueinander und gegenüberliegend senkrecht abwärts wachsende Achsenknollen bilden, an deren apikalen Enden sich je eine Erneuerungsknospe (Achselknospe) mit nach oben gewendeter Vegetationsspitze befindet. IRMISCH[1]) hat das Entstehen derselben genau verfolgt und nachgewiesen, daß die beiden Achsenknollen (I. nennt sie auch Knollenäste, Knollenarme) verschiedenen Alters sind[2]). Nach meinen Beobachtungen, die ich besonders an *G. Rothschildiana* gemacht habe, wächst der erstentwickelte, zu unterst gelegene Knollenast, der stets der stärkste hinsichtlich seiner Ausbildung ist, immer senkrecht abwärts, während der zweite, der jüngere, meist schwächer ist. Dieser schlägt manchmal eine Wachstumsrichtung ein, die einen verschieden großen spitzen Winkel, unter Umständen sogar einen rechten, mit der Vertikalen bildet. IRMISCH hat auch schon auf das Abweichen von der normalen Richtung hingewiesen. Die beiden Knollenäste weisen die Gestalt eines umgekehrt orientierten **U** auf, die Form eines Hufeisens mit nach unten gewendeter Konkavität, und werden unter günstigen Wachstumsbedingungen, fertig ausgebildet, sechs bis acht Zentimeter lang und bis zu einem Zentimeter (und auch darüber) dick (an der stärksten Stelle gemessen). Gegen das apikale Ende zu verjüngen sie sich.

Ich vermehrte die Pflanzen auf ungeschlechtlichem Wege immer in der Weise, daß die beiden U-förmig gestalteten Knollenäste horizontal in mit Erde beschickte Töpfe gelegt und so hoch mit Erde bedeckt wurden, als die Knollenarme dick waren. Beim Austopfen der Exemplare, das nach Abschluß der Blütenbildung und nach dem Einziehen der vegetativen Teile gegen Ende des Sommers erfolgte, bemerkte ich stets, daß die Knollenäste sich vertikal nach abwärts entwickelt hatten, und mutmaßte, daß es sich hier um eine Erscheinung des positiven Geotropismus handelt.

---

1) TH. IRMISCH: Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen (Halle, Druck und Verlag von H. W. SCHMIDT, 1863), S. 24. (Abdruck der Abhandlungen der Naturf. Ges. zu Halle, Bd. VII mit 2 Tafeln.) Daselbst wird der alte Genus-Namen *Methonica* Juss. für *Gloriosa* gebraucht. I. hat zwei Arten *M. virescens* Kunth und *M. superba* Lam. untersucht. VELENOVSKY: (Vergleich. Morphologie der Pflanzen, Prag 1905, II. Teil, S. 660) bespricht auch die morphologischen Verhältnisse der Knollenäste und bringt Abbildungen nach IRMISCH. BUXBAUM (Vergleichende Anatomie der Melanthioideae in FEDDES Repertorium Specierum novarum Regni vegetalis Bd. 29, Beihefte 1925, S. 48) beschreibt die anatomischen Verhältnisse der Vegetationsorgane.

2) Die Stelle, von der die Knollenäste ausladen, ist einerseits bei Keimlingen, andererseits bei älteren Pflanzen eine etwas verschiedene.

Um meine Meinung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, ließ ich die Pflanzen sich aus umgekehrt orientierten Knollenästen in Erde entwickeln, sodaß die Konkavität des U nach oben orientiert war. Hierdurch kam die Vegetationsspitze der Achselknospe nach unten zu liegen. Aus dieser entwickelten sich im Laufe der Vegetationsperiode die oberirdischen Organe ganz normal, während die

Abb. 1 *Gloriosa Rothschildiana.* Photo, nat. Größe. a u. b die beiden aus invers orientierter Erneuerungsknospe entwickelten Knollenarme. c u. d die Reste der entleerten Reservestoffbehälter (Achsenknollen). e Überbleibsel der Wurzeln des Exemplars, welches die Knollenarme a u. b gebildet hat. Die Knollenäste der Achsenknolle c sind abgefallen.

Knollenäste immer nach unten, gegen die Erdmitte zu, orientiert waren (Abb. 1). Von Interesse erschien es weiter, ob eine Entwicklung der normal im Dunkeln, in der Erde, sich bildenden Knollenäste auch bei Tageslicht erfolgt und, wenn dies der Fall sein sollte, in welcher Richtung die Knollenarme dann wachsen. Ich legte deshalb einzelne Knollenäste horizontal auf 1,5 bis 2,5 cm breite Glasbrücken, deren Enden auf einem aus Glas hergestellten Rost ruhten, der in eine Glaswanne versenkt war. Diese wurde mit einer Nährlösung (nach PFEFFER), die gerade bis an die Brücke heranreichte, beschickt. Die Knollenäste wurden senkrecht zur

Längsrichtung der Glasbrücken ausgelegt, derart, daß sich die Erneuerungsknospen ungehindert entwickeln konnten. Um eine Mobilisierung der Reservestoffe in den Knollenästen (es sind dies die Reservestoffbehälter) zu ermöglichen, bedeckte ich sie mit einem Watteschleier, der stets feucht gehalten wurde. Im Laufe der

Abb. 2. *Gloriosa superba.* Kultur in Nährstofflösung. Photo, 1/3 d. nat. Größe. a u. b die in der Nährlösung gebildeten Knollenarme. c Wurzelsystem.

Zeit (der Versuch dauerte vom 20. Februar bis Ende Juni und wurde mit 18 Exemplaren von *G. superba* durchgeführt) hatten sich auch unter diesen Verhältnissen Sprosse (sie wurden bis 24 cm lang) und Wurzeln in gewohnter Weise aus den Erneuerungsknospen entwickelt[1]). Zudem bildeten sich die sonst unterirdisch auftretenden Knollenarme normal aus und wuchsen senkrecht in die

1) Zur Blüte gelangte keines der Exemplare. Sie unterschieden sich in morphologischer Hinsicht nicht von den im Erdboden ausgebildeten.

Nährlösung hinein (Abb. 2). Man sieht also, daß das Licht keinen Einfluß auf die Entwicklung und auf die Wachstumsrichtung der Knollenäste ausübt. Später im Laufe desselben Sommers ließ ich die Oberfläche der Nährlösung in der Wanne soweit sinken, bis die neugebildeten Erneuerungsknospen gerade an die Oberfläche der Nährlösung heranreichten, und bemerkte nun, daß sie sofort wiederum austrieben, Sprosse, Wurzeln und Knollenarme bildeten. Es scheint demnach eine Periodizität in der Entwicklung bei dieser Art nicht vorzuliegen.

Nachdem die während der Individualentwicklung eines Exemplars in der Dunkelheit, in Erde, sich bildenden Knollenäste einerseits bei horizontaler wie auch inverser Lage der Erneuerungsknospe, andererseits wagerecht orientiert auch bei Gegenwart von Licht, mittels Kultur in einer Nährstofflösung, stets senkrecht abwärts wachsen, stehe ich nicht an, die Erscheinung des positiven Geotropismus für die eingeschlagene Wachstumsrichtung verantwortlich zu machen. Die Frage, wie tief die einzelnen Erneuerungsknospen infolge des positiv geotropischen Reaktionsvermögens der Knollenäste in den Erdboden gelangen können, ohne daß die Entwicklung der ganzen Pflanze gehindert wird, bleibt weiteren experimentellen Untersuchungen vorbehalten.

Wien, Biologische Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften.

## 62. E. Bachmann: Der Lagerbau bei Verrucaria.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 25. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Die auf Knochen vorkommende *Verrucaria submuralis* Nyl. hat mir Veranlassung gegeben, vor etwa Jahresfrist in diesen Berichten (46, 291) auf zwei ganz verschiedene Bauarten des *Verrucaria*lagers hinzuweisen. Die erste findet sich bei *V. calciseda* DC. und Verwandten = der endolithische Thallus, die zweite in der Gruppe der *V. aethiobola* Wahlbg. = der exolithische Thallus mit kräftig entwickeltem Gittermark.

Dazu sind noch zwei neue Typen gekommen, von denen die erste am ausgeprägtesten bei *Verrucaria acrotella* Ach., die zweite an *V. pinguicula* Mass. beobachtet worden ist. Die erste, sehr unscheinbare Flechte ist von Herrn HERMANN LANGE (Annaberg) im Erzgebirge gefunden worden und zwar in einem verlassenen Kalkbruch südlich von Kretscham und am Stümpelbach bei Neudorf, an beiden Orten auf kristallinischem Kalk. Ein Exemplar vom letztgenannten Fundort hat Herrn HERMANN ZSCHACKE (Bernburg) vorgelegen und ist von ihm bestimmt worden, wofür ich ihm auch hier bestens danke.

Die Beziehungen der Flechte zu ihrer Unterlage sind an Dünnschliffen und an Mikrotomschnitten des entkalkten und in Paraffin eingebetteten Lagers erkannt worden.

Ein Flächenschliff von oben betrachtet (Fig. 1) zeigt eine Lagerausbreitung, die an die von *Sarcogyne regularis* Koerb. erinnert, weil in ihr die Lücken gegenüber den Lagerteilen entschieden vorwiegen. Diese sind entweder schmalfädig oder zu kleinen, braunen Flächen verbreitert, linienhaft oder flächenhaft gestaltet. Die größte dieser Lagerflächen (a) mißt 186×62 μ, die zweite (b) 109×93 μ, die dritte (c) 78×62 μ. Die mit A bezeichnete dunkelste Fläche ist die Außenansicht eines entleerten Peritheziums. Von den drei flächenhaften Lagerteilen strahlen nach den verschiedensten Seiten linienhafte ungleicher Länge aus: der von a nach Nordosten führende ist 171 μ lang, der von b nach Süden verlaufende, mehrfach verzweigte sogar 341 μ. Von der Lagerfläche c endlich geht ein an mehreren Stellen unterbrochener Faden aus, der, in länglich runder Form auf dem Kalk entlang ziehend, schließlich wieder in c einmündet. Er zieht an den

*Verrucaria acrotella*

Fig. 1. 71/1. Flächenschliff eines kleinen Lagerabschnittes von oben gesehen; A = Aufsicht eines alten Peritheziums; a, b, c = flächenhafte Lagerausbreitungen. — Fig. 2. 270/1. Querschnitt durch eine linienhafte Lagerausbreitung: Gonidien als größere, Hyphenzellen als kleine Punkte oder Striche gezeichnet. — Fig. 3. 450/1. Querschnitt durch eine ebensolche: Gonidien, große, umrandete Punkte, Hyphenzellen in Umrissen, Rindenzellen in Umrissen und mit Inhalt gezeichnet. — Fig. 4. 250/1. Reifes Perithezium.

*Verrucaria pinguicula*

Fig. 5. 107/1. Querschnitt durch einen kleinen Teil des Lagers mit jugendlichem Perithezium. Gonidien als Punkte eingezeichnet. — Fig. 6. 430/1. Querschnitt durch einen kleinen Lagerteil. Gonidien und Rindenzellen wie in Fig. 3, Hyphenzellen als Punkte oder Striche gezeichnet. — Fig. 7. 311/1. Älteres, aber noch nicht ganz reifes Perithezium.

Grenzen eines Kristalls oder einer Kristallgruppe entlang, die etwas vertieft sind, darum mehr Feuchtigkeit aufnehmen als höher gelegene Stellen, sie länger festhalten und so das Wachstum der Flechtenhyphen begünstigen. Aber einige kurze Hyphen sind von der Peripherie dieses Fadens aus auf die Mitte des Kristalls gelangt und haben, was jedoch nur bei starker Vergrößerung erkannt werden kann, selbst einige Gonidien mit verschleppt.

Querschliffe durch diesen Kalk wiesen unter vielen trüben wenige durchsichtige und einzelne Kristalle von solcher Klarheit auf, daß man ihre Blätterdurchgänge deutlich verfolgen konnte. In ihnen hätte man die zartesten Hyphen erkennen müssen, wenn sie welche enthalten hätten: Der Kalk ist sicher ganz frei von Flechtenbestandteilen; die Flechte lebt in ihrer ganzen Mächtigkeit außerhalb des Kalkes, sie ist exolithisch, unterscheidet sich aber von dem ebenfalls exolithischen Lager der *V. aethiobola* durch den vollständigen Mangel an Mark, das bei letzterer Flechte als Gittermark den Hauptbestandteil des Lagers ausmacht.

Den feineren, an Mikrotomschnitten untersuchten Bau des Lagers veranschaulichen Fig. 2 und 3. Erstere zeigt bei 270 facher Vergrößerung ein 189 $\mu$ langes Stück einer linienhaften Lagerausbreitung, die bis 61,9 $\mu$ mächtig wird, und hier die Gonidien in vier, anderwärts bei 39 $\mu$ Mächtigkeit nur in zwei Schichten enthalten; ja an einem Punkt liegen sie bloß einschichtig. Nach außen ist diese schwache Gonidienschicht durch eine einschichtige, lückenlose Zellenlage begrenzt, der man wohl den Namen Rinde geben darf. Ihre Zellen sind 4—5 $\mu$ hoch, 4—6 $\mu$ breit und sehen braun aus. Der bei starker Vergrößerung (450/1) gezeichnete Querschnitt durch ein noch dünneres Lagerstück Fig. 3 läßt erkennen, daß in den Rindenzellen bloß die Außenlamelle braun gefärbt, die Innenlamelle farblos ist, und daß diese einen 0,5 $\mu$ großen Plasmakörper einschließt. — Die farblosen Hyphenelemente unterhalb der Rinde sind meist rundlich, seltener gestreckt, füllen die zwischen den Gonidien befindlichen Lücken nur teilweise aus und bedecken die Algenzellen nie allseitig. Die Dicke ihres Plasmakörpers übersteigt nie 0,5 $\mu$, die der Zellen erreicht 3,5 $\mu$. Kurz, die Gonidienzone, so schwach sie ist, besitzt typischen Bau, aber ein besonderes Mark unter ihr, wie es andere Krustenflechten besitzen, fehlt vollständig. Der Bau des Lagers könnte nicht dürftiger sein. Trotzdem bringt es die Perithezien in großer Zahl hervor.

Als kleine schwarze Pünktchen sind sie über die flächenhaften Lagerausbreitungen verstreut, finden sich aber auch auf den linien-

haften. Die in Fig. 4 dargestellte Schlauchfrucht war 225,6 μ breit und 182 μ hoch. Ihre äußere, besonders an den Seitenwänden schwach höckerige Gehäusewand sieht braunschwarz aus, ist in der Dach- und Seitenwand durchweg dreischichtig, in der Sohlwand vorwiegend zweischichtig. Ihre Zellen sind bis 5 μ groß, besitzen eine 1 μ dicke, braunschwarze Außen-, eine nicht ganz so dicke, farblose Innenlamelle und einen 0,5—1 μ großen Plasmakörper. An ihrer Innenseite ist diese äußere Gehäusewand mit einem farblosen, dreischichtigen Gewebe tapetenartig ausgekleidet, der inneren Gehäusewand. Deren Zellen sind tangential gestreckt, dünnwandig, etwas plasmareicher als die der äußeren Wand, bei 4—6 μ Länge 3 μ dick. Rings um die Mündung herum verdickt sich diese Auskleidungswand auf das doppelte, wird 4—6schichtig und bringt noch ein ringförmiges Polster von sehr zarten, bis 25,5 μ langen, strahlig angeordneten Periphysen hervor. Diese reichen bis nahe an das obere Ende der aufrechten, schmal keulenförmigen, zugespitzten Schläuche, die aus dem Subhymenium entspringen. Dieses, die Fortsetzung der inneren Gehäusewand, ist ein helles, 4—6schichtiges, 18—29 μ mächtiges Gewebe, dessen Zellen wesentlich reicher an Plasma sind als die der Seitenwände. Unterlagert wird es von der hier meist zweischichtigen, braunschwarzen äußeren Gehäusewand.

Die Beschreibung des Thallus von *V. acrotella* ist mir nicht zugänglich, aber wahrscheinlich wird sie sich kaum von der der *Sarcogyne regularis* unterscheiden. Über sie schreibt KOERBER[1]): Thallus leprosus, cinereofuscus, subnullus; von diesen Angaben ist die Farbenbezeichnung die zutreffendste, die beiden anderen sind nichtssagend und heben das Charakteristische, die Lückenhaftigkeit des Thallus, daß in ihm die Unterbrechungen einen größeren Raum einnehmen als die Lagerausbreitungen selbst, gar nicht hervor. Für systematische Werke würde es sich deshalb empfehlen der Bezeichnung *leprosus* noch *sparsus* oder *dissitus* beizufügen, das Lager nicht einfach schorfartig, sondern zerstreut schorfartig zu nennen.

*Verrucaria pinguicula* Mass. unterscheidet sich äußerlich von *V. acrotella* ganz wesentlich dadurch, daß sie einen zusammenhängenden Thallus besitzt, der als bräunlich knorpelige Kruste die Gesteinsunterlage, dichten Kalk, gleichmäßig überzieht. Dünnschliffe quer zur Lagerausbreitung lassen erkennen, daß die Flechte zu den epilithischen[2]) gehört; d. h. ihre von bräunlicher Rinde

1) KOERBER, G. W., Systema lich. Germ. S. 267. Breslau, 1855.

2) BACHMANN, E., Der Thallus der Kalkflechten. Ber. d. Deutsch. Botan. Ges. X, 30. Berlin, 1892.

bedeckte Gonidienzone liegt außerhalb des Kalks, und bei Betrachtung mit dem Polarisationsapparat ist bei gekreuzten Nicols in ihr keine Spur von Kalkkriställchen zu erkennen, während bei endolithischen Flechten nicht allein die Gonidienzone, sondern auch die Epinekralschicht voll von ihnen ist. In den Kalk sind bei *V. pinguicula* nur die Fäden des Marks als Rhizoidenzone eingedrungen, die sich in Querdünnschliffen bis in 225 μ Tiefe verfolgen lassen (von der Oberfläche des Thallus an gerechnet), an Mikrotomschnitten durch entkalkte Präparate nur bis in 25—96 μ Tiefe (von der Unterseite der Gonidienzone an gerechnet), weil offenbar bei den Operationen des Aussüßens und Einbettens die tiefsten und lockersten Teile der Rhizoidenzone verlorengegangen sind. In Dünnschliffen sind sie ausschließlich in wasserklaren Kristallen erkennbar; da diese ganz vereinzelt auftreten, sind Mikrotomschnitte unentbehrlich, wenn man eine Vorstellung von der Dichte dieser Zone gewinnen will.

Dies zeigt zunächst Fig. 5 bei schwacher Vergrößerung (107/1): der oberirdische Abschnitt des Lagers beginnt rechts mit 36,4 μ Mächtigkeit, steigt bald auf 43,7 und 54,6 μ, sinkt dann wieder auf geringere Dicke herab und erreicht in der Nachbarschaft des Peritheziums 91 μ. Der Innenrand dieses Lagerteils läuft im allgemeinen mit dem Außenrand parallel, sinkt nur nach der Schlauchfrucht hin sichtlich in die Tiefe und besteht aus Rinde und Gonidienzone. Die Rinde ist 10,6 μ mächtig, fast durchweg dreischichtig (Fig. 6) und stellt ein lückenloses Gewebe aus isodiametrischen, 3,8 μ großen Zellen dar, die einen 0,5—1 μ großen Protoplasten einschließen, und deren Wände farblos sind mit Ausnahme der braun gefärbten Außenwand der äußersten Zellreihe. — Die Gonidienzone beginnt rechts mit 25 μ Mächtigkeit, steigt weiterhin auf 31 und selbst 44 μ, in der Nähe des Peritheziums sogar auf 71 μ Mächtigkeit. Die Schichtenzahl beträgt im geringsten Fall 2, meist aber 3—4 und erreicht in der Nachbarschaft der Frucht die Höchstzahl 6. Die Algenzellen füllen an manchen Stellen den Raum zwischen Rinde und Kalkoberfläche vollständig aus (Fig. 6), während andere am Grund ein gonidienloses Hyphengeflecht (Mark) zeigen, dessen Dicke die der Rinde um das Doppelte übertreffen kann, nie aber die Ausmaße erreicht, wie in vielen anderen Krustenflechten. Nicht wenige der Algenzellen sind radial gestreckt, viele auch in radialen Reihen angeordnet; die kugeligen unter ihnen haben 5—6 μ Durchmesser, die gestreckten bis 8×5 μ; ihre farblose Wand ist nicht unter 1 μ dick. Die Gonidienzone ist von Lücken unterbrochen, die durch die ganze

Dicke des Lagers laufen und die einzelnen Gonidiengruppen voneinander trennen, während die Algenzellen in den Gruppen meist lückenlos aneinander stoßen. — Wo sich Mark außerhalb des Gesteins findet, stellt es immer ein lockeres Hyphengeflecht dar, dessen farblose Fäden 3—3,5 μ dick sind und einen kaum 0,5 μ dicken, gegliederten Plasmafaden enthalten.

Die Fortsetzung dieses Markes befindet sich als 25—96 μ mächtige, äußerst lückenreiche Schicht im Kalk und besteht aus einigen nesterähnlichen Gruppen von kurzen Hyphen (Fig. 6), hauptsächlich aber aus geraden oder bogenförmig verlaufenden, langgliedrigen, 3—5 μ dicken Hyphen. Zuweilen ziehen deren 2—4 nebeneinander und bilden im letzteren Falle Stränge von mehr als 71 μ Länge bei 14,5 μ Breite, die senkrecht oder schief nach innnen gerichtet sind, seltener bogenförmig nach der Seite laufen. Dieser ganze als Rhizoidenzone zu bezeichnende Teil des Thallus hat sich in den Kalk eingefressen, enthält keine Gonidien, keine Sphäroidzellen oder Ölhyphen, steht also auch in dieser Hinsicht, nicht bloß betreffs seiner Mächtigkeit, weit hinter der von *V. nigrescens* Pers. zurück. Gleich diesen Rhizoidenfäden besitzt auch der Grund des hyphenbewachsenen Peritheziums die Fähigkeit, Kalk aufzulösen, denn, wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, liegt er wenigstens 50 μ tiefer als der Innenrand entfernterer Lagerteile.

Die Perithezien sind in der Jugend manchmal höher als breit (Fig. 5) häufiger, im Alter stets, breiter als hoch (Fig. 7). Ihre innere Gehäusewand ist bis 10,9 μ dick, farblos, aus 4—5 Schichten tangential gestreckter Zellen zusammengesetzt, deren strichförmiger Plasmakörper unter 0,5 μ dick ist, während die Dicke der Zelle 2 μ nicht übersteigt. Nach der Mündung hin kann die Wanddicke auf 6 μ abnehmen, an der Sohlwand beträgt sie mindestens 20 μ, die Schichtenzahl bis 8. Die als Subhymenium zu bezeichnenden vier obersten Zellschichten sind ganz besonders plasmareich und entsenden die Schläuche, die in der Jugend alle senkrecht nach oben gerichtet sind und parallel verlaufen. Im Alter sind die randständigen unter ihnen stark nach innen gekrümmt und konvergieren gegeneinander. — Oberhalb der Schläuche ist die innere Gehäusewand ringsum mit einem mächtigen Bart von Periphysen ausgestattet, die in der Mitte die höchste Länge von 18,2 μ erreichen, hier 5—6gliedrig sind und nicht über 2 μ dick werden. — Die äußere Gehäusewand ist fast schwarz, am Grunde der Seitenfläche 10 μ, am oberen Rande bis 53 μ (Fig. 5), in breiten Perithezien (Fig. 7) bis 54,6 μ dick. Die Zahl der Schichten,

die nur an aufgehellten Präparaten erkennbar ist, beträgt hier 8, sodaß auf eine Zelle 6—7 $\mu$ als Durchmesser kommen. Besonders bemerkenswert ist die stark höckerige Oberfläche der äußeren Gehäusewand der breiten und vornehmlich der älteren Früchte.

Das Lager von *V. pinguicula* ist nach Vorhergehendem wesentlich mächtiger, vor allem aber gonidienreicher als das von *V. acrotella*; seine Rinde ist von normaler kräftiger Ausbildung, endlich besitzt es eine in den Kalk eingedrungene Rhizoidenschicht, die allerdings viel dürftiger ist als die von *V. nigrescens.* Deshalb muß sie, wie schon gesagt, zu den epilithischen Flechten gerechnet werden, und daraus ergibt sich folgende Übersicht des Lagerbaues der Gattung *Verrucaria:*

1. Lager endolithisch = *V. calciseda* u. Verwandte.
2. „ epilithisch = *V. pinguicula* und *nigrescens.*
3. „ exolithisch
   a) mit kräftigem Gittermark = *V. aethiobola* u. Verwandte.
   b) ohne Mark = V. *acrotella.*

## 63. Johannes Stephan: Untersuchung fermentativer Teilprozesse bei der Samenkeimung.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 6. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Zu den vorliegenden Versuchen wurden Samen von *Cannabis sativa* verwendet, an denen die Beschleunigung des Keimprozesses zusammen mit einer Erhöhung der Keimprozente nach entsprechender Vorbehandlung festgestellt worden war. Die Ergebnisse sind an anderer Stelle (1) niedergelegt. Ich habe dort darauf hingewiesen, daß es sich bei der Beschleunigung der Keimung, also bei einer Verkürzung der normalerweise zur Keimung erforderlichen Zeit möglicherweise um Enzymbeeinflussungen und zwar um Änderungen in der Aktivität derselben handeln könne. Möglicherweise waren auch durch diese Untersuchungen direkte Zusammenhänge zwischen der Aktivität gewisser Fermente und der Keimbereitwilligkeit der Samen aufzudecken, die aber — wie an dieser Stelle ausdrücklich hervorgehoben sei — in keiner Weise zur Klärung der Frage nach eventuellen Zusammenhängen zwischen Enzymaktivität und Keimfähigkeit (Vitalität) der Samen, wie diese von anderen Seiten vermutet wurden, dienen sollten.

In erster Linie wurde das Verhalten der Katalase beim Vorgang der Keimung unbehandelter und mit Orthophosphorsäure behandelter Samen untersucht. Die Feststellung der Wirksamkeit des Katalasefermentes erfolgte auf manometrischem Wege. In den Tabellen sind die aus den jeweiligen, am Manometer bei konstantem Volumen der Gesamtapparatur abgelesenen Drucken resultierenden Volumina Sauerstoff angegeben. Die Umrechnung auf 0° und 760 mm Quecksilberdruck wurde vorgenommen, da die Versuche nicht in einem Raum mit konstanter Temperatur ausgeführt werden konnten. Der mittlere Fehler beträgt $\pm$ 0,52 %. Über Einzelheiten der Apparatur, der Versuchsanordnung und Methodik wird in der späteren Darlegung ausführlich berichtet.

Es ergab sich, daß beim Auslegen unbehandelter Samen (in Petrischalen auf Filtrierpapier) nach einem anfänglichen Sinken der Katalaseaktivität[1]) dieselbe über das Maß der im ruhenden

1) Auf den sowohl im Licht, wie im Dunkeln nach der fünften Stunde erfolgenden Anstieg der Aktivität bis zur sechsten Stunde und auf das darauf folgende nochmalige Absinken sei hier vorerst nur kurz hingewiesen.

Samen enthaltenen Aktivität steigt, und daß nach Erreichung eines bestimmten Grades die Keimung durch das Hervortreten des Würzelchens sichtbar wird (Tabelle 1).

Tabelle 1.
Katalaseaktivität der Samen von *Cannabis sativa*; Unbehandelt, Hell. Mittelwerte aus je 5—8 Ablesungen.

| Zeit der Ablesung | Katalaseaktivität in ccm $O_2$ | Bemerkungen |
|---|---|---|
| Ruhender Same . . . . | 51,04 ± 0,20 | — |
| nach 1 Std. . . . . . | 40,54 ± 0,25 | — |
| „ 2 „ . . . . . | 38,18 ± 0,24 | — |
| „ 3 „ . . . . . | 38,63 ± 0,27 | — |
| „ 4 „ . . . . . | 34,90 ± 0,17 | — |
| „ 5 „ . . . . . | 33,90 ± 0,18 | — |
| „ 6 „ . . . . . | ! 52,45 ± 0,31 | — |
| „ 8 „ . . . . . | 46,08 ± 0,25 | — |
| „ 10 „ . . . . . | 42,90 ± 0,23 | — |
| „ 12 „ . . . . . | 46,86 ± 0,38 | ungekeimt |
| „ 12 „ . . . . . | 53,18 ± 0,30 | minimal gekeimt |
| „ 12 „ . . . . . | 55,68 ± 0,32 | stark gekeimt |

Weiter sei hervorgehoben, daß der Ablauf dieser Aktivitätsänderung ein verschiedener ist, je nachdem, ob die Samen im Licht oder im Dunkeln zur Keimung ausgelegt waren. Bemerkenswert ist außerdem, daß scharfe Unterschiede in der Aktivität von Samen bestehen, bei denen bereits das Würzelchen sichtbar ist und solchen, die gleichlange im Keimbett lagerten, bei denen die Keimung aber noch nicht eingetreten war. (S. Tabelle 1.)

Da diese Aktivitätsänderungen bei den Samen von *Cannabis sativa* außerordentlich konstant verliefen, lag der Gedanke nahe, daß der Ablauf dieser Aktivitätsänderungen durch die Behandlung der Samen mit solchen Agentien, die ihre Keimzeit verkürzen, beschleunigt wird. Andererseits wäre aber auch an eine sprunghafte Änderung der Aktivität der Katalase als Folge der Behandlung zu denken, die dann in irgendeiner, uns noch nicht bekannten Weise die für die Keimung, also für das Austreiben des Würzelchens erforderlichen Bedingungen schafft. An dieser Stelle sei auch auf GRAČANIN (2) aufmerksam gemacht, der in anderem Zusammenhang zu folgenden Ergebnissen gelangte: „Je günstiger die für die Keimung der Samen nötigen Bedingungen sind, desto schneller verläuft die Keimung, und desto früher erreicht die Katalaseaktivitätskurve ihr Maximum.“ Daß naturgemäß durch

günstige Außenfaktoren Stoffwechselprozesse innerhalb des Samens in erster Linie rascher in Tätigkeit gesetzt, wie auch rascher zu Ende geführt werden können, erscheint kaum zweifelhaft. Die Ansicht GRAČANINs dürfte aber m. E. folgendermaßen zu deuten sein: Die frühere Erreichung des Maximums der Katalaseaktivität ist nicht etwa Folge einer durch günstige Außenfaktoren beschleunigten Keimung, sondern gerade umgekehrt ist die schnellere Keimung Folge der durch die Außenfaktoren günstig beeinflußten Stoffwechselvorgänge, im besonderen vielleicht von Fermentwirkungen.

Die Untersuchung behandelter Samen ergab nun, daß bereits nach einstündiger Lagerung im Keimbett — ja sogar bereits sofort nach der Behandlung — die Katalaseaktivität gegenüber jener des ruhenden Samens erhöht war und die im weiteren Verlauf erhaltenen Werte mit denen übereinstimmen (siehe Tabelle 2), die bei der Keimung unbehandelter Samen im Licht erst nach Verlauf von 12 Stunden (siehe Tabelle 1), im Dunkeln erst nach Verlauf von 22—24 Stunden erhalten wurden.

Tabelle 2.

Katalaseaktivität der Samen von *Cannabis sativa*; Behandelt, Hell. Mittelwerte aus je 5—8 Ablesungen.

| Zeit der Ablesung | Katalaseaktivität in ccm $O_2$ | Bemerkungen |
|---|---|---|
| Ruhender Same . . . . | 51,04 ± 0,20 | — |
| sofort nach Behandlung | 52,97 ± 0 22 | — |
| nach 1 Std. . . . . . | 52,99 ± 0.22 | — |
| „ 3 „ . . . . . . | 37,72 ± 0.26 | — |
| „ 4 „ . . . . . . | 42,22 ± 0,28 | — |
| „ 5 „ . . . . . . | ! 52,54 ± 0,25 | — |
| „ 6 „ . . . . . . | 45.76 ± 0,23 | — |
| „ 7 „ . . . . . . | 43,13 ± 0,25 | — |
| „ 8 „ . . . . . . | 47,45 ± 0,25 | ungekeimt |
| „ 8 „ . . . . . . | 54,16 ± 0,35 | minimal gekeimt |
| „ 8 „ . . . . . . | 54,86 ± 0,32 | stark gekeimt |

Weitere Messungen der Aktivität in Abständen von ganzen Stunden zeigen aber auch in diesem Fall ein nunmehriges Fallen der Aktivität (bis zu 73,92 % der des ruhenden Samens), welches jedoch geringer ist als das in unbehandelten Samen (66,42 %). Der darauf folgende Anstieg verläuft sprunghaft, und die Keimung tritt bereits nach 8 (16—17) Stunden ein, und schon nach 8 (16 bis 17) Stunden sind in gekeimten und ungekeimten Samen wieder

die Werte erreicht, die bei unbehandelten gekeimten und ungekeimten Samen im Licht erst nach 12 (24) Stunden[1]) verzeichnet werden konnten. LANTZ (3) stellte in seinen Versuchen fest, daß durch eine zur Vermeidung von Pilz- und Bakterienentwicklung vorgenommene Behandlung der Samen mit Uspulun weder die Keimung noch die Katalaseaktivität beeinflußt wurde. Auch in meinen Versuchen wurde z. B. durch Eintauchen der Samen von *Cannabis sativa* in Wasser weder die Katalaseaktivität noch das Keimprozent erhöht oder die Keimzeit verkürzt. Gleichfalls negativ verliefen Versuche unter Verwendung von KCl. Nur in den Fällen, in denen eine Beschleunigung der Keimung auftrat, konnte auch eine Erhöhung der Katalaseaktivität festgestellt werden, bzw. wurde die Fermentwirkung in bestimmter, später noch näher zu beschreibenden Weise dergestalt beeinflußt, daß als Folge die Keimzeit verkürzt wurde.

Durch die angeführten Versuche konnte nachgewiesen werden, daß im Fall der Keimungsbeschleunigung bei den Samen von *Cannabis sativa* der Ablauf von Aktivitätsänderungen eines Fermentes, der Katalase, beschleunigt wird, und wenn man, was durchaus wahrscheinlich ist, annimmt, daß infolge des beschleunigten Ablaufes der Fermenttätigkeit die gesamten anderen für die Keimung wichtigen, innerhalb des Samens verlaufenden Stoffwechselprozesse entweder ebenfalls einer Beschleunigung oder einer anderen für die Samen günstigen Beeinflussung unterliegen, so dürfte bewiesen sein, daß Zusammenhänge zwischen Katalaseaktivität und Keimbereitwilligkeit bestehen, oder anders ausgedrückt, daß die Länge der Keimzeit von der Ablaufgeschwindigkeit gewisser, für die Keimung bedeutungsvoller Fermentreaktionen abhängig ist.

Tübingen, Botanisches Institut der Universität,
im September 1929.

---

**Literatur.**

1. STEPHAN, J.: Faserforschung. VII. 1929. H. 4.
2. GRAČANIN, M.: Biochemische Zeitschr. 168. 1926. H. 4—6.
3. LANTZ, C. W.: Amer. Journ. Bot. XIV. 1927. Nr. 2.

---

1) Es sei erwähnt, daß auch an altem, außerordentlich schlecht keimfähigen Material die Katalaseaktivität nach Behandlung erhöht und im Zusammenhang damit die Keimung beschleunigt wird.

# 64. K. Stern und E. Bünning: Über die tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter von Phaseolus multiflorus.

## I. Der Einfluß der Temperatur auf die Bewegungen.

(Mit 13 Abbildungen im Text.)

(Aus dem Universitäts-Institut für physikalische Grundlagen der Medizin, Frankfurt a. M., Direktor: Prof. Dr. FR. DESSAUER.)

(Eingegangen am 14. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

### Einleitung.

STOPPEL (1916) fand, daß die Primärblätter von *Phaseolus multiflorus* selbst dann tagesperiodische Bewegungen ausführen, wenn die Pflanzen von der Samenquellung an in konstanter Temperatur und Dunkelheit aufgezogen werden. Sie fand ferner, daß die von solchen Bohnen aufgezeichneten Bewegungskurven fast ausnahmslos darin übereinstimmen, daß die tiefste Senkung (Nachtstellung) der Blätter in der Zeit zwischen 2 und 4 Uhr morgens erreicht wird. Sicher ist eine solche Übereinstimmung der Bewegungskurven nur möglich, wenn ein äußerer Faktor regulierend eingreift. STOPPEL suchte diesen Faktor in den Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit der Luft, eine Auffassung, die sich inzwischen als unhaltbar herausgestellt hat und auch von STOPPEL selbst aufgegeben worden ist[1]).

STOPPELs Befunde gaben die Veranlassung zu diesbezüglichen Arbeiten mehrerer Botaniker, und noch jetzt ist die Meinung, daß wir die Befunde mit unseren physikalischen Kenntnissen nicht erklären können, durchaus vorherrschend; eine Arbeit von WALDE (1927), in der die Lösung des Problems durch Anzweiflung der Richtigkeit von STOPPELs Beobachtungen versucht wird, ist kaum beachtet worden. Die Ergebnisse WALDEs waren „ganz anderer Natur. Keine Rede kann sein von einer Einheitlichkeit der Bewegung mit deutlichem Senkungsmaximum zu gleicher Stunde an aufeinander folgenden Tagen; wohl habe ich auch solche Pflanzen beobachten können, aber sie bilden nicht den Durchschnitt. . . . . Vielmehr trat das Senkungsmaximum zu den verschiedensten Stunden des Abends und Morgens auf“ (S. 701). WALDE kommt

1) Versuche, aus denen hervorgeht, daß die Luftelektrizität wahrscheinlich überhaupt keinen Einfluß auf die Schlafbewegungen hat, werden wir an anderer Stelle veröffentlichen.

daher zu der Ansicht, daß „das Suchen nach einem unbekannten, den Bewegungsrhythmus verursachenden Faktor verfrüht" ist (S. 722). Wahrscheinlich ist WALDEs Arbeit deshalb wenig beachtet worden, weil in ihr statistische Angaben fehlen. Selbst wenn das Senkungsmaximum zu den verschiedensten Stunden auftritt, so bleibt doch wegen des Fehlens statistischer Angaben in WALDEs Arbeit immer noch die Möglichkeit, daß es am häufigsten morgens auftritt. Und wenn das Senkungsmaximum zu bestimmten Stunden häufiger eintritt als zu anderen, so muß, wenn nicht die Unterschiede so gering sind, daß sie zufällig sein können, ein regulierender äußerer Faktor angenommen werden.

Wir wollen auf die Literatur nicht näher eingehen und verweisen nur auf die zusammenfassenden Darstellungen in den Arbeiten von KLEINHOONTE (1928) und ZIMMERMANN (1929).

Abb. 1. Temperaturverlauf im Versuchskasten.

Die Methodik unserer Versuche stimmte im wesentlichen mit der von STOPPEL (1916) angegebenen Methodik überein. Einige Einzelheiten beschreiben wir an anderer Stelle.

Zu den Versuchen wurden immer etiolierte Pflanzen von *Phaseolus multiflorus* benutzt. Die Einquellung und Pflanzung der Samen geschah zu den verschiedensten Tageszeiten.

Wo in Tabellen oder im Text zu Mittelwerten der Fehler angegeben ist, handelt es sich um den mittleren Fehler des Mittelwerts: $F_m = \pm \sqrt{\frac{S}{n\,(n-1)}}$, worin S die Summe aller Quadrate der Abweichungen der einzelnen Messungen vom Mittelwert und n die Anzahl der Messungen ist.

Bei den abgebildeten Schlafbewegungskurven liegen infolge der Hebelübertragung die Senkungsmaxima oben, die Hebungsmaxima unten. Das Datum ist immer bei 12 Uhr mittags eingetragen.

## I. Versuche bei gewöhnlichem Temperaturwechsel.

Bei unseren ersten, besonders zahlreichen Versuchen standen die Bohnen von der Keimung an in verdunkelten Versuchskästen von etwa 1 cbm Inhalt in einem Raum, dessen Temperatur am Tage einige Grad höher war als in der Nacht. Abb. 1 zeigt die in

Abb. 2. Schlafbewegungen im Versuchskasten. Temperaturverlauf wie in Abb. 1. Man beachte, daß die Nachtstellung (Maximum in den Kurven) morgens, die Tagstellung (Minimum der Kurven) nachmittags erreicht wird (Datum 12⁰⁰ mittags).

einem der Versuchskästen von einem Thermographen aufgezeichnete Temperatur. Die Unterschiede zwischen dem täglichen Temperaturmaximum und -minimum betragen 1—4° C. Das Temperaturminimum wird gegen 9 Uhr, das Maximum meist gegen 17—18 Uhr erreicht. In die Kästen wurde in der Regel täglich etwa 10 Stunden ein Luftstrom von 1 l/sec. geleitet, und zwar nur aus dem Grunde, weil diese Versuche ursprünglich als Kontrollversuche für andere Versuchsreihen bestimmt waren. Der Luftstrom ist für den Verlauf



Abb. 3. Prozentuale Häufigkeit der Senkungsmaxima (Nachtstellungen) zu den verschiedenen Tageszeiten bei den im Versuchskasten ausgeführten Schlafbewegungen (vgl. Abb. 1 u. 2). Die Tageszeiten (Abszisse) sind in Klassen mit zwei Stunden Differenz eingeteilt.

der Schlafbewegungen bedeutungslos. Versuche in denselben Kästen ohne Luftstrom oder in einem anderen Raum ohne Luftstrom, aber mit ähnlichem Temperaturwechsel, zeigten keine anderen Ergebnisse als die bei Verwendung des Luftstroms erhaltenen. Abb. 2 zeigt, daß die Nachtstellungen (Senkungsmaxima) und Tagstellungen (Hebungsmaxima) keineswegs regellos auf die verschiedenen Tageszeiten verteilt sind. Vielmehr ist, wie die Verteilungskurven für die Schlafstellungen (Abb. 3) zeigen, die Verteilung ähnlich wie bei den früheren Versuchen von STOPPEL (1916), SCHWEIDLER und SPERLICH (1922) und CREMER (1923).

Da wir die Samenquellung zu den verschiedensten Tagesstunden vorgenommen haben, ist es unumgänglich, für das Zustandekommen unserer Ergebnisse die Wirkung eines äußeren

Faktors anzunehmen. Hier sei noch bemerkt, daß unsere Versuche unter ganz ähnlichen Bedingungen ausgeführt wurden, wie die WALDEs. WALDE arbeitete bei einer täglichen Temperaturschwankung von 2—3°. Wir möchten deshalb annehmen, daß sich bei einer statistischen Auswertung von WALDEs Versuchen ähnliche Ergebnisse zeigen würden, wie bei unseren Versuchen. Vorläufig ist also keinerlei Anhaltspunkt gegeben, die Richtigkeit der Annahme, daß die tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter etiolierter *Phaseolus*pflanzen von einem unbekannten Außenfaktor X reguliert werden, in Zweifel zu ziehen.

STOPPEL meint, daß der gesuchte Faktor elektrischer Natur ist, und sie begründet diese Ansicht vor allem mit der Beobachtung, daß die Isolierung der Pflanze einen Einfluß auf die Bewegung hat. Bei Versuchen von FEHSE (1927) war „ein einwandfrei nachweisbarer Einfluß der Isolation, wie er früher von STOPPEL beobachtet, von CREMER aber bestritten wurde, ... nicht zu erkennen, scheint jedoch bei einem später von anderer Seite ebenfalls in Hamburg angestellten Versuche eingetreten zu sein" (S. 295). FEHSE fand aber eine deutliche Wirkung, „wenn die Versuchspflanzen, die innerhalb eines feinmaschigen Drahtnetzes standen, geerdet wurden". Uns scheint, daß man ein sehr großes Material haben muß, wenn man aus solchen Versuchen auf eine Wirkung der Isolierung oder des Faradaykäfigs schließen will. Solche Bewegungskurven, wie sie FEHSE und STOPPEL abbilden, treten auch ohne Faradaykäfig und ohne Isolierung auf. Wir haben die Bewegung einiger isolierten Pflanzen beobachtet und keine Kurveneigentümlichkeiten gesehen, die nicht oder nicht ebenso häufig auch bei nicht isolierten Pflanzen eingetreten sind.

Auch wir waren von der Richtigkeit der Annahme eines unbekannten Faktors durchaus überzeugt und haben uns lange Zeit überlegt, welcher Art dieser Faktor sein könne. Erst das Scheitern der Versuche, einen neuartigen Faktor ausfindig zu machen, legte uns die Vermutung nahe, daß der gesuchte Faktor doch zu den bekannten physikalischen Bedingungen gehört. Wir bezweifelten also, daß sowohl bei STOPPELs wie auch bei unseren Versuchen die bekannten Faktoren hinreichend konstant waren, um die Annahme eines unbekannten Faktors zu rechtfertigen. Bei unseren Versuchen zeigte ja ein Faktor, nämlich die Temperatur, tagesperiodische Schwankungen. Bei STOPPELs Versuchen hatte die Temperatur eine tägliche Schwankung von etwa ½°. Diese Temperaturschwankung ist allgemein als hinreichend konstant angesehen worden.

Um zu prüfen, ob die Temperaturschwankung der gesuchte Faktor ist, haben wir zunächst Versuche ausgeführt, bei denen die Lage der Temperaturmaxima und -minima künstlich geändert wurde. Bevor wir diese Versuche mitteilen, wollen wir uns überlegen, wieviele Versuche wir benötigen, um bei einer Änderung der Lage der Nachtstellungen und Tagstellungen sicher sein zu können, daß diese Änderung nicht zufällig ist. Das können wir feststellen, indem wir ermitteln, bei welcher Anzahl von Schwingungen noch die typische Verteilung der Senkungs- und Hebungsmaxima eintritt.

Wir haben eine große Zahl von bei gewöhnlichem Temperaturwechsel ausgeführten Versuchen in mehrere Gruppen geteilt, so daß eine Gruppe immer die von etwa drei Pflanzen (10—15 Schwingungen) geschriebenen Kurven enthält. Die Einteilung geschah nicht willkürlich, sondern so, daß jede Gruppe stets die Versuche enthält, die zeitlich nach den in der vorangegangenen Gruppe enthaltenen Versuchen ausgeführt wurden. Es wurden bei jeder Gruppe die in den Zeiten 1—6, 7—12, 13—18 und 19—24 Uhr erreichten Senkungs- bzw. Hebungsmaxima zusammengefaßt. Tabelle 1 zeigt das Resultat, dabei bedeuten die Zahlen, wieviel Prozent der Senkungs- bzw. Hebungsmaxima der betreffenden Gruppe in den angegebenen Zeiten erreicht wurden.

Tabelle 1.

| Gruppe | Hebungsmaxima | | | | | Senkungsmaxima | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anzahl Schwingungen | Zeit | | | | Anzahl Schwingungen | Zeit | | | |
| | | 1—6 | 7—12 | 13—18 | 19—24 | | 1—6 | 7—12 | 13—18 | 19—24 |
| 1 | 12 | — | 25 | 67 | 8 | 17 | 59 | 41 | — | — |
| 2 | 10 | — | 50 | 30 | 20 | 10 | 70 | 30 | — | — |
| 3 | 12 | 8 | — | 67 | 25 | 12 | 58 | 42 | — | — |
| 4 | 12 | — | 17 | 66 | 17 | 12 | 67 | 33 | — | — |
| 5 | 13 | 8 | 46 | 38 | 8 | 13 | 77 | 15 | — | 8 |
| 6 | 12 | 8 | 25 | 59 | 8 | 16 | 56 | 31 | — | 13 |
| 7 | 9 | 11 | 22 | 45 | 22 | 12 | 83 | 17 | — | — |
| 8 | 11 | — | 18 | 73 | 9 | 12 | 75 | 25 | — | — |
| 9 | 12 | — | — | 100 | — | 13 | 85 | 15 | — | — |
| 10 | 16 | — | 13 | 81 | 6 | 16 | 81 | 6 | — | 13 |

Ausnahmslos tritt bei allen Gruppen das Häufigkeitsmaximum der Nachtstellungen zwischen 1 und 6 Uhr auf, fast ausnahmslos

das Häufigkeitsmaximum der Tagstellungen zwischen 13 und 18 Uhr, und in den zwei Fällen, in denen es etwas verschoben ist, liegt es nur etwas zeitiger, zwischen 7 und 12 Uhr.

Wenn wir also bei einer Versuchsreihe von nur 10—15 Amplituden eine Abweichung von der hier gekennzeichneten typischen Verteilung finden, so dürfen wir schon annehmen, daß diese Abweichung nicht zufällig ist. Wir haben, um keine Zweifel aufkommen zu lassen, bei unseren Versuchen mit noch größerem Material gearbeitet.

## II. Versuche in einem Raum, dessen Temperatur nachts höher ist als am Tage.

Wenn die in Betracht gezogene Möglichkeit, daß die Temperatur der gesuchte, den Bewegungsrhythmus der Pflanze regelnde Faktor ist, zutrifft, so müssen bei Verschiebung des

Abb. 4. Temperaturverlauf im nachts geheizten Raum.

Maximums und Minimums der Temperatur auch die Senkungs- und Hebungsmaxima der Schlafbewegungen zu anderen Zeiten als bei gewöhnlichem Temperaturwechsel eintreten.

Die Pflanzen wurden von der Samenquellung an in der geänderten Temperatur aufgezogen. Die Pflanzen standen wieder in den geschlossenen verdunkelten Versuchskästen. Luftstrom wurde nicht eingeleitet. Zur Erneuerung der Luft genügte es, daß die Kästen täglich ein- oder zweimal zum Begießen der Pflanzen geöffnet wurden. Nur nebenbei sei bemerkt, daß das Begießen der Pflanzen ebenso wie auch das Einquellen und Pflanzen der Samen zu den verschiedensten Tageszeiten vorgenommen wurde. Einige der Versuche wurden in einem Keller (dort aber nicht im Versuchskasten) ausgeführt; für das Ergebnis war es einerlei, ob ein Keller oder ein anderer Raum benutzt wurde.

Die Heizung geschah durch außerhalb der Versuchskästen stehende, verdunkelte elektrische Heizlampen. Wir geben eine Temperaturkurve wieder (Abb. 4). Der Temperaturverlauf war selbst mehrere Wochen hindurch sehr regelmäßig.

Die Ergebnisse lassen an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig. Abgesehen von einigen Pflanzen, die überhaupt keine Bewegungen ausführten (was genau so auch bei gewöhnlichem Temperaturwechsel vorkommt), erhielten wir fast nur solche Bewegungskurven, wie wir vorher, bei gewöhnlichem Temperaturwechsel unter 100 wohl kaum eine beobachtet hatten. Das Senkungsmaximum (Nachtstellung) wurde in der Regel mittags oder nachmittags, das Hebungsmaximum (Tagstellung) in der Regel gegen Mitternacht oder früh morgens erreicht. Wir bilden einige dieser Schlafbewegungen ab (Abb. 5), um den Vergleich mit den bei gewöhnlichem Temperaturwechsel geschriebenen Kurven (Abb. 2) zu ermöglichen.

Ebenso deutlich wie dieser Vergleich die Umkehrung der tagesperiodischen Bewegung mit der Umkehrung der Temperatur zeigt, geht diese Umkehrung auch aus einem Vergleich der Tabelle 1 mit Tabelle 2 hervor, die die zahlenmäßige Auswertung der Temperaturumkehrversuche enthält. Wie in Tabelle 1 bedeuten auch in Tabelle 2 die zu den verschiedenen Zeiten gehörigen Zahlen, wieviel Prozent der Senkungs- bzw. Hebungsmaxima zu den angegebenen Zeiten erreicht wurden.

Tabelle 2.

| Hebungsmaxima | | | | | Senkungsmaxima | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl Schwingungen | Zeit | | | | Anzahl Schwingungen | Zeit | | | |
| | 1–6 | 7–12 | 13–18 | 19–24 | | 1–6 | 7–12 | 13–18 | 19–24 |
| 24 | 63 | 0 | 4 | 33 | 22 | 5 | 50 | 27 | 18 |

## III. Versuche mit 16- und 48stündigem Temperaturrhythmus.

Wenn der Verlauf der Schlafbewegungen von der Temperatur abhängig ist, so ist zu erwarten, daß sich nicht nur eine Verschiebung der zeitlichen Lage der Temperaturmaxima und -minima, sondern auch eine Verkürzung oder Verlängerung des Temperaturrhythmus auf die Bewegungen auswirkt. Entsprechende Beobachtungen haben ja PFEFFER und KLEINHOONTE schon für die im Lichtwechsel erfolgenden Bewegungen machen können. Diese Autoren fanden, daß eine Verlängerung oder Verkürzung des Bewegungsrhythmus noch bei sehr starker Abweichung vom 24stündigen Rhythmus des Lichtwechsels erfolgt.

Abb. 5. Schlafbewegungen im nachts geheizten Raum. Temperaturverlauf wie in Abb. 4. Man beachte, daß im Gegensatz zu den in Abb. 2 dargestellten Kurven die Nachtstellungen am Tage, die Tagstellungen in der Nacht erreicht werden (Datum $12^{00}$ mittags).

Wir erhielten ein entsprechendes Ergebnis für die in dauernder Dunkelheit bei Temperaturwechsel erfolgenden Bewegungen. Bei einer Versuchsreihe war im Versuchsraum die Heizung immer abwechselnd etwa 8 Stunden eingeschaltet und 8 Stunden ausgeschaltet

Abb. 6 Temperaturverlauf bei 8 : 8stündigem Temperaturwechsel.

(eine Thermographenkurve zeigt Abb. 6). Auf diese Weise erhielten wir einen Temperaturrhythmus, der gegenüber dem gewöhnlichen auf $^2/_3$ verkürzt war. Die Schlafbewegungen folgten diesem Temperaturrhythmus. Abb. 7, in der die Häufigkeit der verschiedenen Werte für die Dauer einer Schwingung bei gewöhnlichem

Abb. 7. Verteilungskurve für die Schwingungsdauer, berechnet: a nach 21 bei gewöhnlichem Temperaturwechsel, b nach 20 anderen bei gewöhnlichem Temperaturwechsel und c nach 20 im 8 : 8stündigen Temperaturwechsel registrierten Schwingungen.

und bei dem auf $^2/_3$ verkürzten Temperaturrhythmus dargestellt ist, zeigt deutlich die Verkleinerung der Dauer einer Bewegung. Allerdings ist die Verteilungskurve für die Versuche mit 8 : 8stündigem Temperaturwechsel nicht so schön wie die für Versuche mit nor-

malem Temperaturwechsel. Aber das wird schon dadurch verständlich, daß der Abstand zweier Temperaturmaxima bzw. -minima nicht immer genau 16 Stunden, sondern 14—18 Stunden betrug. Als

Abb. 8. Schlafbewegungen bei 8:8stündigem Temperaturwechsel.

Mittelwert von 20 Amplituden ergab sich die Schwingungsdauer 16,8 ± 1,1 Stunden, also eine gute Übereinstimmung mit dem theoretisch zu erwartenden Wert 16,0 Stunden (vgl. auch Abb. 8).

Ferner haben wir einige Versuche ausgeführt, bei denen der Temperaturrhythmus gegenüber dem gewöhnlichen verdoppelt war; wir haben dazu abwechselnd 24 Stunden geheizt und 24 Stunden nicht geheizt. Abb. 9 zeigt, daß der Temperaturwechsel nicht ganz regelmäßig war. Trotzdem macht sich der 48stündige Temperaturrhythmus bei den Bewegungen bemerkbar (Abb. 10). Wir wollen auf diese Versuche kein großes Gewicht legen, da wir nur 4 Kurven haben; diese stimmen zwar untereinander gut überein, wir wissen aber, daß auch unter gewöhnlichen Bedingungen abweichende Kurven eintreten können.

Im Widerspruch zu unseren Ergebnissen steht scheinbar die Angabe von STOPPEL (1916, S. 620), daß Bohnen, die in einem

Abb. 9. Temperaturverlauf im abwechselnd 24 Stunden geheizten und 24 Stunden nicht geheizten Raum.

Raum, der täglich zwei Temperaturmaxima und zwei -minima aufwies, aufgezogen waren, nachher tagesrhythmische Kurven schrieben. Aber erstens waren die Pflanzen nur während der Aufzucht, nicht mehr während der Registrierung der Bewegungen, dem schnellen Temperaturwechsel ausgesetzt, und zweitens ist keineswegs wahrscheinlich, daß die Blattbewegung noch einem so schnellen, 6 : 6stündigen Temperaturwechsel folgt. Wir brauchen nur darauf hinzuweisen, daß die Schlafbewegungen nach den Untersuchungen von PFEFFER und KLEINHOONTE auch dem Lichtwechsel nur folgen, wenn er langsamer als 6 : 6stündig stattfindet.

## IV. Der Einfluß kurzperiodischer Temperaturschwankungen.

Um Versuche ohne Temperaturdifferenz zwischen Tag und Nacht ausführen zu können, haben wir einen etwa 6 cbm fassenden Keller benutzt. Die Vorrichtung zur Thermoregulierung ist in Abb. 11 dargestellt. Wir haben 1. einen Heizkreis, der 4 an die Lichtleitung von 220 V. angeschlossene verdunkelte Heizlampen von je 250 Watt und den Quecksilberkippkontakt eines Relais enthält, 2. einen Steuerkreis, der einen Akkumulator, ein Quecksilberkontaktthermometer

mit $\frac{1}{2}^0$-Teilung (nach STUHL-LAUTENSCHLÄGER) und die Spule des Relais (50 Ω) enthält. Solange der Kontakt des Thermometers

Abb. 10. Schlafbewegungen bei dem in Abb. 9 dargestellten Temperaturverlauf (Datum $12^{00}$ mittags).

und damit der Steuerkreis geöffnet ist, ist der Heizstrom geschlossen. Steigt durch dessen Heizwirkung die Temperatur im Raum soweit, daß

das steigende Quecksilber des Thermometers dessen Kontakt schließt, so bewirkt der die Spule des Relais nunmehr durchfließende Strom ein Kippen dessen Quecksilberkontakts nach unten und damit Öffnen des Heizstromkreises. Sinkt dann die Temperatur wieder soweit, daß der Kontakt des Thermometers und damit der Steuerkreis geöffnet wird, so kippt der Quecksilberkontakt des Relais wieder in die Horizontale und schließt den Heizstrom. Der Heizstrom wurde in 24 Stunden 12—18mal eingeschaltet und ausgeschaltet.



Abb. 11. Vorrichtung zur Thermoregulierung; Erklärung im Text.

Dadurch entstanden kurzdauernde Temperaturschwankungen von ca. 1° (vgl. Abb. 12); wir erhielten also keine konstante Temperatur, aber die mittlere Temperatur in der Nacht war ebenso hoch wie am Tage.

In dieser Mitteilung sollen nicht die unter solchen Temperaturbedingungen von den Bohnen ausgeführten Schlafbewegungen beschrieben werden, sondern wir wollen nur den direkten Einfluß der kurzdauernden Temperaturschwankungen auf die Bewegungen untersuchen. Bei einem großen Teil der unter diesen Bedingungen geschriebenen Schlafbewegungskurven erfolgten neben den tagesperiodischen Bewegungen noch kurzdauernde, kleinere Schwingungen, und zwar in demselben Rhythmus wie die Temperaturschwingungen (vgl. Abb. 13). In 12 Stunden traten durchschnittlich (Mittelwert aus den in etwa 250 Stunden erfolgten Schwankungen) 7,7 ± 0,2

Abb. 12. Temperaturverlauf bei Verwendung der in Abb. 11 dargestellten Apparatur.

Abb. 13. Blattbewegungen bei dem in Abb. 12 dargestellten Temperaturverlauf (Datum $12^{00}$ mittags).

Temperaturschwankungen und 7,7 ± 0,2 kurzperiodische Blattbewegungen ein! Daß diese kurzperiodischen Blattbewegungen wirklich durch die Temperaturschwankungen hervorgerufen werden, ergibt sich noch deutlicher aus der Tatsache, daß die zu einer Blattschwingung erforderliche Zeit kleiner ist, wenn einmal die Temperaturschwankungen schneller erfolgen. Tab. 3 zeigt, wieviele kurzperiodische Schwingungen in 12 Stunden ausgeführt wurden, wenn in 12 Stunden 6, bzw. 7, bzw. 8, bzw. 9 Temperaturschwankungen gemessen wurden.

Tabelle 3.

| Anzahl Temperaturschwankungen in 12 Stunden | Anzahl kurzperiodischer Blattschwingungen während derselben Zeiten |
|---|---|
| 6,0 | 6,7 ± 0,4 |
| 7,0 | 7,0 ± 0,4 |
| 8,0 | 8,0 ± 0,0 |
| 9,0 | 8,5 ± 0,4 |

Wir hatten sogar den Eindruck, daß kleine Nebenzacken der Bewegungskurven in manchen Fällen in ihrer Form übereinstimmten mit kleinen Nebenzacken der Temperaturkurven, daß also selbst Temperaturschwankungen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ ° sich auf die Bewegungen auswirken. Es scheint, daß die kurzperiodischen Blattschwingungen den Temperaturänderungen sofort, also ohne erkennbare Reaktionszeit, folgen, jedoch ist die Aufzeichnung der Bewegungskurven immer mit kleinen Fehlern behaftet, sodaß eine sichere Entscheidung nicht möglich ist. Um Mißverständnissen vorzubeugen, wollen wir noch ausdrücklich betonen, daß wir nicht etwa jede kleine Kurvenzacke einer in Dunkelheit schreibenden Bohne als Temperaturzacke auffassen, noch auch behaupten, daß jeder kleinen Temperaturschwankung eine Zacke in der Bewegungskurve parallel gehen muß. Ganz im Gegenteil zeigen unsere Kurven, daß, obwohl die Temperaturzacken während der ganzen Versuchsdauer auftraten, doch große Kurventeile gar keine Zacken aufweisen oder solche, deren Zahl keineswegs mit der der Temperaturzacken übereinstimmt. Daß einzelnen Blättern, gleichviel aus welchem Grunde, die Fähigkeit, die geschilderten kurzperiodischen Thermoreaktionen auszuführen, dauernd oder zeitweise fehlt, ist ja um so verständlicher, als auch unter den gleichen Bedingungen manchen Blättern die Fähigkeit zur Ausführung der Schlafbewegungen dauernd oder zeitweise abgeht.

## V. Vergleichung zwischen Temperatureinfluß auf tagesperiodische und auf kurzperiodische Bewegungen.

Bei dem in den Abschnitten I.—III. beschriebenen Einfluß der 16-, bzw. 24-, bzw. 48stündigen Temperaturperiode auf die Schlafbewegungen ist es keineswegs etwa so, daß die Tagstellung mit dem Temperaturmaximum, die Nachtstellung mit dem Temperaturminimum zusammenfällt. Es ist vielmehr anscheinend ähnlich wie bei dem Einfluß des Lichtwechsels auf die Schlafbewegungen. PFEFFER kam dabei schon zu der Ansicht, daß der abends erfolgende Übergang in die Schlafstellung durch die morgens einsetzende Beleuchtung bedingt wird. Die Reaktionszeit ist also sehr lang. Ähnlich wird vielleicht durch die morgens beginnende Temperaturerhöhung die abends beginnende Nachtstellung bedingt. Sowohl bei den im gewöhnlichen Temperaturwechsel als auch bei den im nachts geheizten Raum ausgeführten Bewegungen beobachteten wir den Zeitpunkt maximaler Blatthebung, also den Zeitpunkt des beginnenden Übergangs in die Nachtstellung einige Stunden nach dem Temperaturminimum.

Anders verhält es sich mit den durch schneller aufeinanderfolgende Temperaturschwankungen hervorgerufenen, kurzperiodischen Bewegungen, die ohne größere Reaktionszeit der Temperaturänderung folgen.

Wir wollen hier nur noch darauf hinweisen, daß man auch bei dem Einfluß des Lichts auf die Blätter von *Phaseolus* unterscheiden kann zwischen solchen Reaktionen, die mit mehrstündiger und solchen, die mit sehr kurzer Reaktion erfolgen (vgl. die zusammenfassende Darstellung von ZIMMERMANN [1929]).

## VI. Schlußbemerkungen.

Wir wollten untersuchen, ob die bei STOPPELs Versuchen vorhandenen geringen täglichen Temperaturschwankungen der unbekannte „Faktor X" sind. Wir können zwar noch keine endgültige Entscheidung treffen, aber die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen doch, daß diese Möglichkeit sehr in Betracht gezogen werden muß. STOPPELs (1916, S. 620–622) Angabe, daß ein geringer Anstieg oder Abfall der Temperatur (1—2°) keine merkbaren Reaktionen zur Folge hat, ist für unsere Versuchsbedingungen nicht zutreffend. Selbst wenn sie aber zutreffend wäre, so wäre sie doch nicht beweisend, denn wir haben, wie gezeigt, zwei verschiedenartige Temperatureinflüsse zu unterscheiden. Wenn wirklich eine Temperaturschwankung um 1° keine Bewegung hervorrufen könnte, warum sollte sie darum nicht ausreichen zur Regulierung der zeitlichen Lage der Maxima und

Minima autonomer Bewegungen? Daß es solche autonomen Bewegungen wirklich gibt, kann nach den neueren Untersuchungen über die Schlafbewegungen kaum noch bezweifelt werden. Wir werden hierauf in einer zweiten Mitteilung näher eingehen, in der auch die weiteren Möglichkeiten betreffs der Natur des „unbekannten Faktors“ und das Verhalten der Schlafbewegungen in einem Raum ohne Temperaturdifferenz zwischen Tag und Nacht besprochen werden soll.

Durch unsere Ergebnisse werden auch die von STOPPEL (1926) aus ihren Versuchen in Island gezogenen Schlußfolgerungen z. T. sehr zweifelhaft; denn STOPPEL ist dabei oft von der Voraussetzung ausgegangen, daß größere Temperaturschwankungen, selbst solche bis zu 10°, die Bewegungen der Bohnenblätter noch nicht ausschlaggebend beeinflussen. Gerade in dem Raum, in dem STOPPEL gute tagesperiodische Bewegungen beobachtete, schwankte die Temperatur täglich um mehrere Grade. Nach unseren Ergebnissen darf aus Versuchen, die in einem Raum mit solchen Temperaturschwankungen ausgeführt sind, nicht das Vorhandensein eines unbekannten „Faktors X“ gefolgert werden.

Wenn wir im vorangegangenen Temperatureinflüsse auf die Bewegungen der Bohnenblätter festgestellt haben, so soll damit nur der Tatbestand der Versuchsergebnisse gekennzeichnet sein, dagegen nicht die Frage entschieden werden, ob es sich um direkte Temperatureinwirkungen handelt (Thermonastie), oder ob die Feuchtigkeitsveränderungen, die durch die Temperaturveränderungen hervorgerufen werden, die unmittelbare Ursache der Bewegungen sind (Hygronastie). Diese Frage muß durch besondere Versuche geprüft werden.

## Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Wenn die Temperatur in der Nacht einige Grade höher ist als am Tage, so verlaufen die tagesperiodischen Bewegungen der Dunkelpflanzen von *Phaseolus* umgekehrt, d. h. die Tagstellung wird in der Nacht, die Nachtstellung am Tage erreicht.

2. Wenn der Abstand zweier aufeinander folgender Temperaturmaxima bzw. -minima nicht 24, sondern nur 16 Stunden beträgt, so erfolgen auch die Bewegungen nicht in 24stündigem, sondern in nur etwa 16stündigem Rhythmus.

3. Geringe Temperaturschwankungen (ca. 1° oder noch weniger), die in 1—2 Stunden ausgeführt werden, bedingen oft synchron mit ihnen verlaufende Blattbewegungen. Diese Bewegungen sind anderer Natur als die durch 16- bzw. 24stündigen

Temperaturwechsel beeinflußten tagesperiodischen Bewegungen, bei letzteren beträgt nämlich die Reaktionszeit mehrere Stunden.

4. STOPPELs Angabe (1916, S. 622), daß Temperaturschwankungen von 1—2° keinen Einfluß auf die Bewegungen haben, ist für unsere Versuchsbedingungen nicht zutreffend.

5. Es besteht eine sehr weitgehende Übereinstimmung zwischen der Beeinflussung der Bewegungen durch Lichtwechsel und durch Temperaturwechsel.

6. Unsere Versuchsergebnisse zeigen, daß bei Dunkelversuchen mit *Phaseolus*, bei denen zwischen Tag- und Nachttemperatur regelmäßig Differenzen von einigen Graden auftreten, die Temperatur als regulierender Faktor für die zeitliche Verteilung von Tag- und Nachtstellungen wirkt, so daß z. B. bei gewöhnlichem Temperaturwechsel die von STOPPEL aufgefundene Verteilung der Senkungsmaxima auftritt. Sie weisen darauf hin, daß für diese regulierende Wirkung möglicherweise bereits ein Temperaturunterschied von ½° genügt und die Temperatur der gesuchte „unbekannte" Faktor ist.

---

Die vorliegende Arbeit wurde ausgeführt mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der wir unseren aufrichtigsten Dank aussprechen. Ferner fühlen wir uns zu großem Dank verpflichtet gegenüber Herrn Prof. Dr. DESSAUER, Direktor des Universitäts-Institutes für physikalische Grundlagen der Medizin, für sein tätiges Interesse und die stete Förderung der Arbeit. Schließlich möchten wir Herrn Prof. STRASBURGER, Direktor des Universitäts-Institutes für physikalische Therapie, für freundliche Überlassung von Arbeitsraum, sowie Herrn Oberarzt Dr. HAPPEL, der uns stets bereitwilligst mit Rat und Tat unterstützte, bestens danken.

---

### Literaturverzeichnis.

1. CREMER, H., 1923, Untersuchungen über die periodischen Bewegungen der Laubblätter. Zeitschr. f. Bot., Bd. 15.
2. FEHSE, F., 1927, Einige Beiträge zur Kenntnis der Nyktinastie und Elektronastie der Pflanzen. Planta, Bd. 3.
3. KLEINHOONTE, A., 1928, De door het licht geregelde autonome bewegingen der *Canavalia*-bladeren. Diss. Utrecht.
4. PFEFFER, W., 1915, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung der Schlafbewegungen. Abhandl. k. sächs. Ges. Wiss. math.-phys. kl. Bd. 34.
5. SCHWEIDLER, E., und SPERLICH, A., 1922, Die Bewegung der Primärblätter bei etiolierten Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus*. Zeitschr. f. Bot., Bd. 14.

6. STOPPEL, R., 1916, Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von *Phaseolus multiflorus* von verschiedenen Außenbedingungen. Zeitschr. f. Bot., Bd. 8.
7. —, —, 1926, Die Schlafbewegungen der Blätter von *Phaseolus multiflorus* in Island zur Zeit der Mitternachtssonne. Planta, Bd. 2.
8. WALDE, J., 1927, Über die Bewegungen der Primärblätter etiolierter *Phaseolus*-Keimpflanzen und Versuche, sie zu beeinflussen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 66.
9. ZIMMERMANN, W., 1929, Die Schlafbewegungen der Laubblätter. Tübinger naturwiss. Abh., 12. Heft.

---

## 65. F. Laibach: Die Bedeutung der homostylen Formen für die Frage nach der Vererbung der Heterostylie.

(Mit 4 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 12. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

In einem Aufsatz „Zur Vererbung der morphologischen Heterostyliemerkmale“ im letzten Jahrgang dieser Berichte (**46**, S. 573—588) wehrt sich A. ERNST gegen die Kritik, die ich an seiner Theorie der Vererbung der Heterostylie geübt habe. Wenn ich erst jetzt dazu Stellung nehme, so hat das seinen Grund in folgendem: Erstens konnte es dem aufmerksamen Leser des genannten Aufsatzes bereits kaum entgehen, daß meine kritischen Bemerkungen doch nicht so wertlos gewesen sind, wie es hinzustellen versucht wird; denn E. nimmt unter ihrem Einfluß einen recht erheblichen Wechsel in seinen Anschauungen vor, der allerdings durch die immer wieder eingestreuten polemischen Bemerkungen in seinem Umfang nicht ganz klar hervortritt. Zweitens sollten die diesjährigen Ergebnisse gewisser Vererbungsversuche mit meinem Untersuchungsobjekt, *Linum austriacum*, abgewartet werden, da sie mir für die Beurteilung der vorliegenden Fragen wichtig erscheinen. Unter Berücksichtigung dieser Versuchsergebnisse möchte ich nunmehr versuchen, möglichst objektiv den heutigen Stand des Problems der Vererbung der Heterodistylie zu skizzieren.

ERNST (1925) hatte in der Nachkommenschaft der Kreuzung eines bestimmten Kurzgriffels (M. 11ᵕ) von *Primula hortensis* mit normalen Langgriffeln verschiedener anderer Primelarten zur Hälfte normale Kurzgriffel, zur Hälfte homostyle Langgriffel, d. h. Pflanzen, deren Blüten lange Griffel und hochstehende Antheren

besitzen, erhalten. Er schloß daraus, daß hier Griffellänge und Antherenstellung unabhängig voneinander vererbt werden, und daß M. $11^{\smile}$ im Merkmale der Griffellänge heterozygot, im Merkmale der Antherenstellung homozygot ist, also die Formel Aa BB besitzt (A = kurzer Griffel, B = hohe Antherenstellung). Daraus folgert er weiter, „daß die Heterostylie nicht, wie bis anhin angenommen worden ist, auf einem Paar antagonistischer Faktoren, sondern zum mindesten auf zwei Genpaaren beruht, von denen das eine die Ausbildung des Gynaeceums, das andere diejenige der Antheren mit all den bekannten morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten[1]) bedingt. Die Gene der beiden Paare sind in zwei Kombinationen stark gekoppelt, derart, daß die dominanten Merkmale des kurzen Griffels und der hohen Antherenstellung zusammen (normale Kurzgriffel, $n^{\smile}$[2]), die rezessiven Merkmale des langen Griffels und der Tiefstellung der Antheren (normale Langgriffel, $n^{-}$) kombiniert in Erscheinung treten." „Nur ausnahmsweise entstehen durch Crossing over zwischen Ab- und ab-Chromosomen vereinzelte Gameten aB und Ab"; auf diese Weise kommen die beiden homostylen Typen ($h^{-}$ und $h^{\smile}$) zustande. Dieses bifaktorielle Vererbungsschema hat sich dann auch bei Versuchen mit einer Anzahl in der Natur aufgefundener homostyler Lang- und Kurzgriffelstöcke von *Primula viscosa* bewährt.

Aus den zitierten Sätzen geht unzweideutig hervor, daß hier nicht nur ein neues Vererbungsschema für Primeln aufgestellt wird, sondern daß es sich um eine neue Theorie der Vererbung der Heterostylie überhaupt handelt. Die Lektüre der hier angezogenen und auch der übrigen vor 1928 erschienenen Arbeiten des Verf. kann diesen Eindruck nur verstärken.

Kurz nachdem die an einigen Primelarten gewonnene Formulierung zu einer allgemeinen Vererbungstheorie der Heterostylie ausgebaut war, wurde diese (1925a) nach verschiedenen Richtungen hin ausgewertet, nämlich in ihren Beziehungen zur Vererbung der sog. Organisationsmerkmale und zur Vererbung des Geschlechts. Am meisten dürften dabei die in bezug auf das Geschlechtsproblem entwickelten Anschauungen interessieren. Zunächst wird beanstandet, daß man bisher in der Regel angenommen habe, „daß das Geschlecht durch eine einzige, in Geschlechtschromosomen lokalisierte Erbeinheit, also monomer bedingt sei".

1) Von mir gesperrt.

2) Die Bezeichnungen ERNSTs sind: $n^{-}$ = normal-langgrifflig, $h^{-}$ = homostyl-langgr., $n^{\smile}$ = normal-kurzgr., $h^{\smile}$ = homostyl-kurzgr.

Es heißt dann weiter: „Daß die Vererbung der Organisation des ganzen Geschlechtsapparates der Zwitter und aller Geschlechtsunterschiede der Diözisten nicht wohl durch eine einzelne Erbeinheit erfolgen kann, sondern eher durch eine Gruppe oder ein ganzes System gekoppelter Erbeinheiten erfolgt, läßt sich zunächst als Analogieschluß aus den Feststellungen über die Vererbung anderer Merkmalsgruppen, wie gerade der Heterostylie, herleiten.“ Als ob nicht immer und immer wieder von den führenden Sexualgenetikern, vor allem CORRENS (schon seit 1907), hervorgehoben worden wäre, daß monomer nur die Realisatoren des Geschlechts vererbt werden, und daß in jedem Geschlecht, ja in jeder Keimzelle eines getrenntgeschlechtigen Individuums die Geschlechtsfaktorenkomplexe für beiderlei Geschlechtsmerkmale vorhanden sein müssen! —

Es wird dann ferner angenommen, daß die hypothetischen Einzelfaktoren eines solchen Geschlechtsfaktoren-Systems stark gekoppelt sind, daß aber ausnahmsweise ein Faktorenaustausch zwischen den Geschlechtschromosomen auch im heterozygotischen Geschlecht erfolgen kann, obwohl dem die Erfahrungen bei *Drosophila*, dem in dieser Richtung best untersuchten Objekt, entgegenstehen. Es brauchen, wie es heißt, ja die Verhältnisse nicht bei allen diözischen Organismen gleich zu liegen wie bei *Drosophila*. „Ein solcher Austausch müßte zur Entstehung der den homostylen Primeln in Entstehung und Bau einigermaßen analogen Intersexe führen.“

Ich habe die wichtigsten Sätze, die die Geschlechtsvererbung betreffen, auch möglichst wortgetreu wiedergegeben. Ich hätte aber auch den ganzen Passus (1925a, S. 186—187) in extenso anführen können, ohne daß dem Sinne nach etwas geändert worden wäre. Wenn man sich danach das Bild von dem Erbgang bei getrenntgeschlechtigen höheren Pflanzen näher ausmalt, so gelangt man zu Vorstellungen, die den sichersten Erfahrungstatsachen diametral zuwiderlaufen und durchaus undiskutabel erscheinen.

Wie steht es nun aber mit der Gültigkeit des bifaktoriellen Vererbungsschemas bei heterostylen Arten anderer Gattungen? Dafür ist vor allem das genetische Verhalten der homostylen Formen maßgebend; denn auf ihrem Erbgang basiert ja die E'sche Theorie.

Erblich bedingte Homostylie kommt auch, wie ich nachweisen konnte, bei heterostylen Leinarten vor. Hatte ich aber schon früher den Eindruck gewonnen, daß die Erblichkeitsver-

hältnisse hier anders liegen als bei den homostylen Primeln, so haben mir die Versuche der beiden letzten Jahre darüber Gewißheit verschafft. Ein ganz ausgesprochen homostyler Langgriffel von *Linum austriacum* (vgl. LAIBACH, 1928, S. 183) war im Jahre 1927 im Freiland zunächst sich selbst überlassen, wobei er spontan gut ansetzte; später wurde er in Gaze eingeschlossen und täglich selbstbestäubt.

Eine Eintopfung, wie ich sie sonst stets mit Stöcken vornehme, die zu Kreuzungsversuchen verwandt werden sollen, war in diesem Jahre nicht mehr möglich, da der Stock erst als homostyl erkannt wurde, als er schon eine Zeitlang in Blüte war; ein Umpflanzen zu dieser Zeit hätte aber leicht seine Existenz gefährden können. In der Nachkommenschaft zeigte sich allerdings, daß der Abschluß nicht ausgereicht hatte, um Fremdbestäubung völlig auszuschalten (vgl. Tab. 1).

Leider waren die geernteten Samen nicht besonders gut entwickelt. Ein großer Prozentsatz keimte nicht; zudem gingen noch viele Pflanzen ein, ehe sie zur Blüte gelangten. Die Zahlen dieses ersten Versuches, die ich in Tab. 1 zusammengestellt habe, sind daher noch sehr klein.

Tabelle 1.

| Versuch | Art d. Verbindung | Zahl d. gesät. Samen | Zahl d. blüh. Pflanzen | Darunter | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | nl*) | hl*) | nk*) | hk*) |
| 15 (1928) | homost.-langgr. spontan bestäubt | 52 | 9 | 6 | — | 3 | — |
| 15a u. b (1928) | homost.-langgr. selbstbestäubt | 141 | 13 | 11 | — | 2 | — |

*) nl = normal-langgrifflig; hl = homostyl-langgr.; nk = normal-kurzgr.; hk = homostyl-kurzgr.

Eine mehrmalige Untersuchung der Blüten zu verschiedenen Zeiten der Blühperiode zeigte, daß nicht ein einziger Stock vorhanden war, der der Elternpflanze hinsichtlich des Verhältnisses Griffel- : Filamentlänge glich und als homostyl hätte angesprochen werden können. Alle langgriffligen Nachkommen erwiesen sich vielmehr ebenso wie die kurzgriffligen als Pflanzen mit normaler Ausprägung der Heterostylie.

Dieses Ergebnis wurde durch den Ausfall umfangreicherer Versuche des Jahres 1929 vollauf bestätigt, wie sich aus Tab. 2 ergibt. Die größten Zahlen an blühenden Pflanzen lieferte der Versuch 3 (1929).

Tabelle 2.

| Versuch | Art d. Verbindung | Zahl d. gesät. Samen | Zahl d. blüh. Pflanzen | Darunter | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | nl | hl | nk | hk |
| 3 (1929) | homost.-langgr. selbstbestäubt | 466 | 139 | 139 | — | — | — |
| 4 u. 10 (1929) | homost.-langgr. × norm.-langgr. | 40 | 13 | 13 | — | — | — |
| 7 (1929) | homost.-langgr. × norm.-kurzgr. | ca. 60 | 18 | 13 | — | 5 | — |
| 6 8 u. 9 (1929) | norm.-langgr. × homost.-langgr. | 66 | 19 | 19 | — | — | — |

Von 466 durch Selbstbestäubung des homostylen Langgriffels[1]) erhaltenen Samen, die auf Fließpapier in PETRIschalen ausgesät wurden, keimten 386. Von den Keimlingen wuchsen im Laufe des Sommers 169 auf. Nur 30 von den Stöcken sind in diesem Jahre noch nicht zur Blüte gelangt. Unter den blühenden konnte bei mehrfacher Revision nicht ein einziger aufgefunden werden, den man dem homostylen Typ hätte zurechnen können.

Würde sich der homostyle Langgriffel von *Linum austriacum* genetisch den homostylen Primeln anreihen lassen, so wären bei Selbstbestäubung in der Nachkommenschaft entweder nur homostyle Langgriffel (bei Homozygotie in den Faktoren für Filamentlänge) oder homostyle und normale Langgriffel im Verhältnis 3 : 1 (bei Heterozygotie in den genannten Faktoren) zu erwarten gewesen. Bei den langgriffligen Nachkommen des Versuchs 3 sowie der übrigen Versuche von 1929 schwankte zwar der Narben-Antherenabstand in den Blüten der verschiedenen Stöcke recht erheblich, aber in keinem Falle erreichte er die Grenze O auch nur annähernd.

Ich habe in Abb. 1 einige Blüten der homostyl-langgriffligen Ausgangspflanze (oberste Reihe) und darunter einige Typen aus der durch Selbstbestäubung erhaltenen Nachkommenschaft zusammengestellt. Man ersieht daraus, wie stark bei letzteren die Ausbildung des Androeceums und Gynaeceums variiert, und welchen erheblichen Schwankungen der Narben-Antherenabstand unterliegt.

1) Dieser war im Jahre vorher durch Stecklinge vermehrt worden.

Außerdem wurde dieser Abstand für die in diesem Jahre schon zur Blüte gelangten 139 Stöcke des Versuchs 3 (durch Messungen mit Hilfe des Horizontalmikroskops an je 3 Blüten pro Stock) festgestellt; die Resultate dieser Messungen sind in Abb. 2

Abb. 1. *Linum austriacum.* 5 Blüten des homostylen Langgriffels (oberste Reihe); darunter 10 Blüten verschiedener Langgriffeltypen aus der durch Selbstbestäubung erhaltenen Nachkommenschaft (Kelch- und Kronblätter, z. T. auch Antheren entfernt). Dr. A. KEMMERZELL phot. Vergr. 2 : 1.

graphisch wiedergegeben. Auf der Abszisse sind die Abstände zwischen Filamentende und Narbenbasis in Teilstrichen des Okularmikrometers (1 Teilstrich = 0,075 mm), auf der Ordinate die Klassenfrequenzen abgetragen. Man erkennt eine große Annäherung der Kurve an die bekannte Zufallskurve.

Die Variation in der Größe des Narben-Antherenabstandes hängt in erster Linie von Schwankungen in der Länge der Filamente, ferner aber auch von denen in der Griffellänge ab, obwohl es nie zweifelhaft sein kann, daß die aus Selbstbestäubung hervorgegangenen Nachkommen der homostylen Langgriffel stets wirkliche Langgriffel sind.

Daß es sich hier um genotypisch bedingte Unterschiede handelt, steht nach meinen langjährigen Erfahrungen mit *Linum austriacum* fest. Man findet fast bei jedem Vererbungsversuch mit

Abb. 2. *L. austriacum.* Kurve des Narben-Antherenabstandes für 139 Stöcke der durch Selbstbestäubung erhaltenen Nachkommenschaft des homostylen Langgriffels.

dieser Pflanze, falls die Eltern nur einigermaßen heterozygotisch sind, solche Unterschiede zwischen den einzelnen Stöcken und beobachtet, daß die Typen in den aufeinanderfolgenden Lebensjahren ihre Charaktere streng festhalten. Ich habe aus einem bestimmten Versuch dieses Jahres eine Anzahl derartiger Lang- und Kurzgriffeltypen herausgegriffen; sie sind in den Abb. 3 und 4 zusammengestellt. Aus etwas umfangreicheren Versuchen läßt sich meist mit Leichtigkeit Material herausfinden, um eine Reihe aufzustellen von ganz normaler bis fast homostyler Ausprägung der Heterostylie.

Es müssen also für die Ausbildung des Androeceums und Gynaeceums besondere Faktoren vorhanden sein, und zwar läßt der Verlauf der obigen Kurve auf polymere Faktoren schließen. Daß die Griffellänge bei Heterostylen polymer bedingt sein könnte,

hat CORRENS (1924) schon durch seine Untersuchungen an *Veronica gentianoides* wahrscheinlich gemacht. Er weist dabei auch auf frühere eigene und fremde Messungen an Primeln hin. An *Primula acaulis* hatte er große Schwankungen nicht nur in der Griffellänge, sondern auch in der Antherenstellung festgestellt; er nimmt an,

Abb. 3. *L. austriacum.* Blüten verschiedener Langgriffeltypen.
Dr. A. KEMMERZELL phot. Vergr. 2:1.

„daß es sich dabei nicht bloß um verschiedene Phänotypen handelte, sondern auch genotypische Unterschiede vorlagen, ähnlich wie bei *Veronica gentianoides*". Wichtig für unsere Auffassung sind auch Untersuchungen von T. TAMMES (1911), da sie gerade an Leinarten angestellt worden sind; aus ihnen geht hervor, daß eine ganze Reihe quantitativer Merkmalsunterschiede, wie Samenlänge und -breite, Blumenblattlänge usw., auf Polymerie beruhen. Leider wurden Griffel- bzw. Staubblattlängen nicht untersucht. Es ist

aber mehr als wahrscheinlich, daß sich auch hier polymer bedingte Unterschiede würden nachweisen lassen. Bei dem von T. Tammes untersuchten Material handelte es sich um die nichtheterostylen Spezies *Linum usitatissimum* und *L. angustifolium*. Von unserer heterostylen Art *L. austriacum* weiß ich, daß sie in viele Rassen zerfällt, die sich in den verschiedensten Merkmalen unterscheiden.

Abb. 4. *L. austriacum*. Blüten verschiedener Kurzgriffeltypen. Dr. A. Kemmerzell phot. Vergr. 2 : 1.

Als solche Rassenmerkmale dürften auch die Unterschiede in Griffel- und Antherenlänge anzusehen sein. Sie sind, zum Teil wenigstens, wohl schon bei der nichtheterostylen Stammpflanze vorhanden gewesen und äußern sich natürlich auch jetzt noch, nachdem die Heterostyliefaktoren aufgetreten sind.

Meine homostyle Ausgangspflanze von *L. austriacum* ist offenbar stark heterozygotisch in bezug auf die polymeren Faktoren für Griffel- und Antherenlänge, und deshalb spaltet sie, wie wir sahen, in solcher Mannigfaltigkeit auf. Daß sie als extremer Fall

unter die Langgriffelform zu rechnen ist, geht nicht nur aus ihrem genetischen Verhalten hervor, sondern folgt auch, wie ich früher zeigen konnte (vgl. LAIBACH 1928), und worauf ich hier nicht nochmals eingehen möchte, aus der Membranstruktur ihres Pollens, der morphologisch mit echtem Langgriffelpollen übereinstimmt.

Die physiologischen Eigenschaften ihres Pollens sind allerdings gegenüber dem normaler Langgriffel verändert; die Selbstfertilität des homostylen Typs ist gesteigert. Das beruht aber zweifellos auf sekundären Einflüssen; denn wir wissen, daß auch bei anderen Heterostylen meist die Selbstfertilität zunimmt, wenn sich der Narben-Antherenabstand, und sei es auch nur phaenotypisch, verringert.

Danach spricht alles dafür, daß die Homostylie bei *L. austriacum* eine Rasseneigentümlichkeit ist; die Heterostyliefaktoren brauchen gegenüber denen normaler Lang- und Kurzgriffel nicht verändert zu sein.

Ob es bei Heterostylen auch graduelle Unterschiede zwischen den Heterostyliefaktoren selbst gibt, die auf multiplem Allelomorphismus beruhen und so verschiedene Typen prägen könnten, wissen wir bislang nicht.

Eines kann jedenfalls nach all dem nicht mehr fraglich sein, nämlich, daß der homostyle Langgriffel von *L. austriacum* sich genetisch anders verhält als die homostylen *Primula*typen. Ob es überhaupt bei *L. austriacum* und bei heterostylen Arten anderer Gattungen Homostylie mit dem gleichen Erbgang wie dem der genannten Primeln gibt, darüber wissen wir bisher nichts. E. selbst hält ihr Vorkommen bei anderen Primelarten nicht einmal für sehr wahrscheinlich. Deshalb ist aber auch eine Verallgemeinerung der an einzelnen Primelarten gemachten Befunde unstatthaft. Das sieht auch E. jetzt ein und schränkt nunmehr (1928, S. 585 f.) die Gültigkeit seiner Theorie auf *Primula* ein. Auf mehr zielte aber zunächst meine Kritik auch gar nicht ab; denn wenn ich die „Theorie einer bifaktoriellen Vererbung der Heterostylie" verwarf, so ist das doch noch nicht gleichbedeutend damit, daß in dem speziellen Falle von *Primula* eine bifaktorielle Formulierung nicht anwendbar wäre.

Es fragt sich nur, ob sie so, wie sie E. gibt, auch für die *Primula*befunde einzig möglich und empfehlenswert ist. Diese Frage, die ich schon früher angeschnitten habe, kann ich auch jetzt nicht unterdrücken. Nach der E.'schen Theorie sind die homostylen Typen von *Primula* — man beachte seinen Vergleich mit den Intersexen! — Zwischenformen zwischen lang- und kurz-

griffliger Ausbildung; denn sie besitzen die Faktoren für die Griffellänge von der einen und die für die Antherenstellung „mit all den bekannten morphologischen und physiologischen Eigentümlichkeiten“ von der anderen Form. Ich hatte daraus den naheliegenden Schluß gezogen, dem E. allerdings, wie mir nicht entgangen war, ausgewichen ist, daß dann die homostylen Typen die Griffel der einen Form und die Staubblätter der anderen Form besitzen müßten. „Dann müßte aber z. B.“, schloß ich weiter, „ein homostyler Langgriffel Pollen erzeugen, der in morphologischer und physiologischer Beziehung mit Kurzgriffelpollen übereinstimmt“ (1928, S. 182). Für *L. austriacum* konnte ich zeigen, daß diese Folgerung nicht zutrifft. Jetzt muß E. bekennen (1928, S. 575), daß sie auch „für *Primula* nachweisbar nur teilweise richtig ist“. Damit gibt er aber zu, daß ein homostyler Langgriffel eben nicht bloß eine Zwischenform zwischen Lang- und Kurzgriffeln, sondern doch wohl mehr Lang- als Kurzgriffel ist.

Ich hatte weiterhin angeregt, immer auf meinen Erfahrungen bei *Linum* fußend, zu untersuchen, ob auch in der Gattung *Primula* zwischen den normalen und homostylen Typen Übergangsformen existieren. E. teilt daraufhin nun (1928) mit, daß er schon ohne meine 1925 erfolgte Anregung derartige Untersuchungen in Gang gesetzt habe mit dem Ergebnis, daß es auch bei *Primula hortensis* und *P. viscosa* solche erblich bedingten Übergangstypen gibt. Das scheint mir wichtig. Sie sollen sich allerdings genotypisch und phänotypisch ohne weiteres von den homostylen Typen scharf abgrenzen lassen. Man muß die ausführliche Arbeit abwarten, um hierzu Stellung nehmen zu können; bei *Linum* ist eine solch scharfe Abgrenzung nicht möglich.

An der Richtigkeit der Beobachtungen E.s zu zweifeln, wie er irrtümlicherweise meint, liegt mir fern. Ebensowenig stelle ich in Abrede, daß die Formulierung des Erbganges den Ergebnissen seiner ausgedehnten Vererbungsversuche mit Primeln gerecht wird. Allerdings müßte seine oben erwähnte Crossing-over-Vorstellung noch experimentell gestützt werden. Ein normaler Kurzgriffel von der Konstitution $\boxed{\substack{A\\B}}\ \boxed{\substack{a\\b}}$ müßte sich genetisch anders verhalten als ein solcher von der Konstitution $\boxed{\substack{A\\b}}\ \boxed{\substack{a\\B}}$. E. besitzt schon Kurzgriffel des zweiten Typs; doch liegen Angaben über ihren Erbgang noch nicht vor.

Wie aber auch das Ergebnis in diesem Falle sowie hinsichtlich der Möglichkeit der scharfen Abgrenzung der homostylen von den übrigen Typen sein mag, in Anbetracht der weittragenden

Konsequenzen für die Heterostylie und verwandte Probleme muß ich immer wieder die Frage stellen, ob es nicht möglich ist, die homostylen Primeln den Lang- bzw. Kurzgriffeltypen zu subsumieren, also die E.'sche Formulierung so zu modifizieren, daß jene nicht diesen als besondere Heterostylieform gegenüberstehen. Ich deute nur eine solche Möglichkeit hier an: Die Faktoren a und A sind wie bisher maßgebend für das Zustandekommen der Lang- und Kurzgriffligkeit; sie sind die eigentlichen Heterostyliefaktoren und bestimmen, ob eine Pflanze Lang- oder Kurzgriffel wird. Die Faktoren b und B haben dagegen an sich nichts mit der Heterostylie zu tun; es handelt sich bei ihnen um Faktoren, die die Ausbildung der Lang- und Kurzgriffelform nur modifizieren. Das Fehlen von B ist notwendig für normale Ausbildung des Langgriffeltyps, das mindestens einmalige Vorhandensein von B für die Ausprägung des normalen Kurzgriffeltyps. Die dominierende Stellung der eigentlichen Heterostyliefaktoren wird dadurch gewahrt. Die Faktoren B und b sind nur Modifikationsfaktoren.

Diese Auffassung scheint mir um so eher möglich, als bekanntlich schon von BATESON und GREGORY (1905) — und zwar ebenfalls an einer Primelart (*Primula sinensis*) — solche in ganz ähnlichem Sinne modifizierend wirkende Gene festgestellt worden sind, die sicherlich nicht als Heterostyliefaktoren aufgefaßt werden können; es handelt sich um Gene für die Blütenfärbung. Wenn die Gene für „großes Auge" mit den Langgriffelfaktoren zusammentreffen, dann nimmt der langgrifflige Typ die homostyle Form an, während dieser bei dem Vorhandensein der Gene für „kleines Auge" normale Ausprägung erfährt.

Ich bin mir durchaus bewußt, daß es sich hier nur um eine mögliche Deutung, nicht um eine endgültige Lösung des Problems handelt, von der wir noch weit entfernt sind. Stimmt man aber unserer Auffassung zu, so ist es klar, daß die homostylen Typen der Primeln sich viel enger an die anderer Gattungen, wie *Linum*, anschließen — ohne in allen Punkten mit ihnen übereinzustimmen — und nicht so ganz aus dem Rahmen unserer bisherigen Vorstellungen über Heterostylie- und Geschlechtsvererbung herausfallen.

ERNST scheint meine sachliche Kritik an der Deutung seiner Versuche leider persönlich aufgefaßt zu haben und schiebt ihr selbstsüchtige Motive unter. Er schließt seinen Aufsatz: „Man wird in dem gemeinsamen Streben nach dem fernen Ziel noch lange nebeneinander hergehen und aneinander vorbeikommen können, ohne daß sich für die Beteiligten eine Notwendigkeit ergäbe, die

Anerkennung des Wertes der eigenen Resultate durch herabmindernde Kritik der Leistungen anderer Forscher zu erzwingen." Ich verzichte darauf, solchen Auswüchsen der Polemik entgegenzutreten, und schließe mit einem Worte LESSINGs: „Es sei", schreibt er an einer Stelle, „daß noch durch keinen Streit die Wahrheit ausgemacht worden: so hat doch die Wahrheit bei jedem Streite gewonnen".

---

## Literatur.


BATESON, W., and R. P. GREGORY (1905): On the inheritance of Heterostylism in *Primula*. Proc. Roy. Soc. of London. B. 77, 581–586.

CORRENS, C. (1907): Die Bestimmung und Vererbung des Geschlechtes nach neuen Versuchen mit höheren Pflanzen. Berlin, Gebr. BORNTRAEGER.

—, — (1924): Lang- und kurzgriffilige Sippen bei *Veronica gentianoides*. Biol. Zentralbl. 43, 610–630.

ERNST, A. (1925): Genetische Studien über Heterostylie bei *Primula*. Arch. d. JUL.-KLAUS-Stift. f. Vererbungsforsch. usw. 1, 13–62.

—, — (1925a): Über Vererbung mit Faktorenkoppelung und Faktorenaustausch. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. i. Zürich. 70, 157–200.

—, — (1928): Zur Genetik der Heterostylie. Verh. d. V. Intern. Kongreß f. Vererbungswiss. Berlin 1927. Supplementbd. I d. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungsl., 635–665.

—, — (1928): Zur Vererbung der morphologischen Heterostyliemerkmale. Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 46, 573–588.

LAIBACH, F. (1925): Zum Heterostylieproblem. Biol. Zentralbl. 45, 170–179.

—, — (1928): Zur Vererbung der physiologischen Heterostylieunterschiede. Ber. d. D. Bot. Gesellsch. 46, 181–189.

TAMMES, T. (1911): Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. Rec. Trav. bot. Néerl. 8, 201–288.


---

***Achtung!*** *Mit dem 2. Generalversammlungsheft soll ein neues Mitgliederverzeichnis erscheinen. Die verehrlichen Mitglieder werden gebeten, ihre Anschrift in der für die Mitgliederliste gewünschten Form mittels der beiliegenden Karte möglichst umgehend an den 1. Schriftführer, Herrn Prof. Dr. B. Leisering, Berlin NO 43, Am Friedrichshain 15, einsenden zu wollen.*

## Sitzung vom 27. Dezember 1929.

Vorsitzender: Herr A. ZIMMERMANN.

Als neue Mitglieder werden vorgeschlagen:

**Arens,** Dr. **Karl,** Assistent am Botanischen Institut der Universität Köln, in **Köln-Zollstock,** Vorgebirgstr. 51 (durch H. SIERP und A. SEYBOLD),

**Dracinschi,** Frl. **Margit,** Universitätsassistentin in **Czernowitz (Cernăuți,** Rumänien), Botanisches Institut (durch F. NETOLITZKY und A. MÜHLDORF),

**Krause, Otto,** cand. phil. in **Kiel,** Adolfplatz 3 (durch G. TISCHLER und R. JARETZKY),

**Löweneck,** Dr. **Max,** Studienassessor in **München,** Nymphenburger Str. 20, III (durch H. SIERP und A. SEYBOLD),

**Renard, K. G.,** Professor am Land- und Forstwissensch. Institut zu **Gorki** (Weißrußland) (durch B. ISSATSCHENKO und M. N. MEDISCH),

**Westerdijk,** Fräulein Dr. **Johanna,** Direktorin des Phytopathologischen Institutes „Willie Commelin Scholten" und a. o. Prof. an der Universität Utrecht in **Baarn** (Holland), Javalaan 4 (durch O. APPEL und G. GASSNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden ernannt:

**Bennet-Clark, T. A.,** Assistent in **Dublin,**
**Claußen, Hugo,** cand. phil. in **Kiel,**
**Dixon, H. H.,** Professor in **Dublin,**
**Gebauer, Hans,** cand. phil. in **Grimma,**
**von Jaczewski,** Dr. **A.,** Professor in **Petersburg (Leningrad),**
**Pirschle,** Dr. **Karl,** Biologe in **Ludwigshafen a. Rh.**

An unser Mitglied Herrn Geh. Regierungsrat Professor Dr. MARTIN MÖBIUS in Frankfurt a. M. richtete der Vorstand zum 70. Geburtstage am 7. Dezember 1929 eine Glückwunschadresse, die vom Vorsitzenden verlesen wird und folgendermaßen lautet:

Sehr geehrter Herr Geheimrat!

Die Deutsche Botanische Gesellschaft, zu deren ältesten Mitgliedern Sie zählen, hat die Freude, Ihnen zu Ihrem 70. Geburtstage ihre besten Wünsche zu entbieten und diesen Tag als Anlaß zu nehmen, um Ihnen für Alles aufrichtig zu danken, was Sie in vielen Jahren für unsere Wissenschaft getan haben.

Ihre ersten Studien bei ERNST PFITZER, dem ausgezeichneten Anatomen, wiesen Ihnen den Weg zu exakter mikroskopischer Erforschung der Pflanzenstruktur. Als Sie dann von SCHWENDENER in die physiologische Anatomie eingeführt wurden, haben Sie Ihre Interessen nach dieser Richtung hin erweitert. Auf anatomische Fragen sind Sie immer wieder zurückgekommen, und unter ihnen hat Sie das Studium der Blütenfarben von Ihrer Jugend an gefesselt; vor kurzem erst haben Sie ihnen ein kleines Buch gewidmet.

Aber auch physiologische Probleme haben Sie mit Erfolg bearbeitet. Probleme aus dem vegetativen Leben, wie die Reizerscheinungen der Wasserpflanzen und die Orientierungsbewegungen der Knospen usw., vor allem aber Probleme aus dem weiten Gebiete der Fortpflanzung. Die Bedingungen des Blühens, die Bedeutung der sexuellen und der vegetativen Fortpflanzung, der Einfluß der parasitischen Lebensweise auf die Fortpflanzung, das sind einige von den Fragen, die Sie beschäftigt und deren Ergebnisse Sie 1897 in den „Beiträgen zur Lehre von der Fortpflanzung“ zusammengefaßt haben.

Ein drittes Gebiet, das Ihnen nahesteht, sind die Algen. Mehrere ausländische Sammlungen dieser Gewächse haben Sie systematisch bearbeitet, von den einheimischen haben Sie besonderen Gefallen an den epiphytischen und endophytischen Formen gefunden.

Zeigt sich schon in dem bisher Aufgezählten eine ungewöhnliche Vielseitigkeit, so wird diese noch vermehrt durch Ihre Tätigkeit als Historiker. Die feinsinnigen Studien über CHAMISSO, HUMBOLDT, die Frankfurter Floristen, den Ringelungsversuch schätzen wir um so höher, als ja leider historische Interessen bei Naturwissenschaftlern nur selten zu finden sind. Wir sind überzeugt, daß gerade diese Beschäftigung mit der Vergangenheit Ihnen besondere Freude bereitet hat. Nicht vergessen seien in diesem Zusammenhang die Herausgabe von ROUSSEAUs Botanik und MALPIGHIs „Anatomia“.

Neben der Forschertätigkeit haben Sie eine ausgedehnte Lehrtätigkeit entwickelt, zuerst in Heidelberg als Assistent und Privatdozent, später in Frankfurt. Hier waren Sie schon lange, ehe die Universität kam, als Vorposten tätig und haben mitgeholfen,

die neue größere Entfaltung der Wissenschaft in der alten Reichsstadt herbeizuführen. Mit Wort und Schrift haben Sie die Jugend belehrt. Ihre „Praktika“ sind in aller Händen, der von Ihnen neu bearbeitete „Warming“ hat erst kürzlich verjüngt abermals das Licht der Welt erblickt und wird vielen ein willkommener Führer sein, in die Mannigfaltigkeit pflanzlicher Gestaltung einzudringen.

Mit Befriedigung und Stolz dürfen Sie zurückblicken auf die Jahre der Arbeit und der Erfolge, die hinter Ihnen liegen. Und da Ihnen jugendliche Elastizität geblieben ist, können Sie auch noch hoffnungsfroh in die Zukunft blicken. Mögen Ihnen noch viele Jahre in ungetrübter Arbeitskraft und in Gesundheit beschieden sein!

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.
(Unterschriften.)

Auf diesen Glückwunsch hat Herr MÖBIUS durch ein Schreiben vom 12. Dezember gedankt, das ebenfalls vom Vorsitzenden verlesen wird.

---

Herr Geheimrat Professor Dr. G. HABERLANDT hat auf den Glückwunsch des Vorstandes zu seinem 75. Geburtstage durch ein Dankschreiben erwidert, das vom Vorsitzenden zur Verlesung gebracht wird.

---

Der Vorsitzende teilt mit, daß für die Wahl von Präsidenten und Ausschußmitgliedern 153 Stimmzettel eingegangen sind, und daß die von der Wahlkommission vorgeschlagenen Herren mit ganz geringer Stimmenzersplitterung sämtlich gewählt worden sind, nämlich:

Zum Präsidenten: O. RENNER-Jena.

Zum Stellvertreter des Präsidenten: W. DETMER Jena.

Zu Ausschußmitgliedern: G. FUNK-Gießen, R. KRÄUSEL-Frankfurt a. M., E. PRINGSHEIM-Prag, W. WANGERIN-Danzig, CL. ZOLLIKOFER-Zürich, E. A. GÄUMANN-Zürich, G. KLEIN-Wien, H. SIERP-Köln, P. STARK-Frankfurt a. M., F. TOBLER-Dresden, F. VIERHAPPER-Wien, K. NOACK-Erlangen, H. V. GUTTENBERG-Rostock, G. BREDEMANN-Hamburg, K. L. NOACK-Eberswalde.

---

Der Vorsitzende gibt eine Einladung bekannt, die an die Deutsche Botanische Gesellschaft von dem „Second International Congress for Sex Research“ ergangen ist, der vom 3. bis 9. August 1930 in London stattfinden wird.

---

# Mitteilungen.

## 66. W. Tschesnokov und K. Bazyrina: Zur Frage der Bestimmung der $CO_2$-Assimilation im Luftstrome.

(Eingegangen am 28. Oktober 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

In Heft 5 dieser Berichte beschreibt T. A. KRASNOSSELSKY-MAXIMOV[1]) einen „neuen" Apparat zur Bestimmung der $CO_2$-Assimilation in Feldversuchen. Dieser Apparat ist, nach der Ansicht der Verfasserin, allen bisher bekannten weit überlegen, denn er soll eine noch nie dagewesene Genauigkeit der $CO_2$-Bestimmung in der atmosphärischen Luft ermöglichen. Bei dieser Gelegenheit werden die angeblichen Mängel der Apparate von LUNDEGÅRDH, BAZYRINA und mit besonderer Schärfe von BOYSEN-JENSEN schlagfertig „hervorgehoben". Bezüglich des Apparates von BAZYRINA wird gesagt, daß derselbe äußerst zerbrechlich sei und bei einer Luftstromgeschwindigkeit von etwa 25 Liter in 1 Stunde nur 80—90% des Gesamtkohlendioxyds der Luft absorbiere.

Ohne zu leugnen, daß der genannte Apparat bei „entsprechender" Handhabung auch größere Analysenfehler zulassen kann, weisen wir dennoch ausdrücklich darauf hin, daß dies bei sorgfältigen Arbeiten nicht geschieht. Als Erläuterung mögen folgende Analysenzahlen dienen:

### Versuch 1.

Zwei Apparate nacheinander. Luftstromgeschwindigkeit 11,5 Liter in ½ Stunde. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,47. Zweiter Apparat 0,06. Nicht absorbiert im ersten Apparat 1,20% der Gesamtmenge.

### Versuch 2.

Dieselbe Anordnung, aber Luftstromgeschwindigkeit 9,5 Liter in 1 Stunde. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 4,88. Zweiter Apparat 0,07. Nicht absorbiert im ersten Apparat 1,35% der Gesamtmenge.

---

1) KRASNOSSELSKY-MAXIMOV: Diese Berichte Bd. 47, S. 313 (1929).

Versuch 3.

Zwei Systeme zu je zwei Apparaten. Gleichzeitige Luftdurchleitung. Geschwindigkeit des Luftstroms 11,5 Liter in ½ Stunde.

A. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,54. Zweiter Apparat 0,33. Nicht absorbiert im ersten Apparat 5,9% der Gesamtmenge.

B. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,54. Zweiter Apparat 0,39. Nicht absorbiert im ersten Apparat 7,0% der Gesamtmenge.

Versuch 4.

Dieselbe Anordnung.

A. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,61. Zweiter Apparat 0,39. Nicht absorbiert im ersten Apparat 6,9%.

B. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,61. Zweiter Apparat 0,33. Nicht absorbiert im ersten Apparat 5,8%.

Versuch 5.

Dieselbe Anordnung.

A. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,54. Zweiter Apparat 0,33. Nicht absorbiert im ersten Apparat 5,9%.

B. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 5,61. Zweiter Apparat 0,39. Nicht absorbiert im ersten Apparat 6,9%.

Versuch 6.

Dieselbe Anordnung, aber die durchströmende Luft wurde mit $CO_2$ angereichert. $CO_2$ abs. in mg: Erster Apparat 14,55. Zweiter Apparat 0,49. Nicht absorbiert im ersten Apparat 3,36% der Gesamtmenge.

Auch viele andere Kontrollbestimmungen haben wir ausgeführt. Die soeben angeführten Versuche hatten den Zweck, nachzuweisen, daß bei vergleichenden Bestimmungen die Titrationen in atmosphärischer Luft und nicht in einer $CO_2$-freien Atmosphäre ausgeführt werden dürfen. Die Versuche 3—6 wurden in der Tat unter diesen Verhältnissen vollbracht (eine jede Titration dauerte 4 Minuten), und die erhaltenen Zahlen zeigen, daß die parallelen Versuche genau dieselben Resultate lieferten. In keinem Falle haben wir im zweiten Absorptionsgefäß mehr als 7% der gesamten $CO_2$-Menge erhalten: es ist außerdem klar, daß die im zweiten Absorptionsgefäß gefundene $CO_2$-Menge größtenteils nicht auf die unvollkommene Absorption im ersten Gefäß, sondern auf die Titration in Gegenwart der $CO_2$-haltigen Luft zurückzuführen ist. Es ist also ersichtlich, daß der BAZYRINAsche Apparat dieselbe Genauigkeit

der $CO_2$-Bestimmungen wie die Apparate von BROWN und MORRIS und von LUNDEGÅRDH ermöglicht, aber vor dem ersteren den Vorzug hat, daß er auf Reisen gute Dienste leisten kann. Die Zerbrechlichkeit des Apparates ist natürlich, ebenso wie seine Genauigkeit, eine Funktion der Handhabung.

Bisher waren vier große Expeditionen, und zwar eine nach Transkaukasien, zwei nach Zentral-Asien und eine nach der Murmanschen Küste des Eismeeres mit den BAZYRINAschen Apparaten ausgerüstet. Im Laufe dieser Expeditionen wurden Hunderte von Versuchen ausgeführt, und die Apparate bewährten sich glänzend. Nur ganz wenige wurden zerbrochen, und zwar durch Zufälle, die mit der experimentellen Arbeit nichts zu tun hatten. Diese Erfahrungen genügen wohl zum Beweis, daß der Apparat zu Feldversuchen vollkommen geeignet ist.

Da aber KRASNOSSELSKY-MAXIMOV diesen Apparat laut ihrer Aussage nicht mit Erfolg zu verwenden vermochte, so suchte sie denselben zu vereinfachen, doch ist die Vereinfachung wohl zu weit gegangen. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß die neue Ausführung mit nur einer Siebplatte im Absorptionsrohr keine nennenswerte Erhöhung der Vollkommenheit der $CO_2$-Absorption bedingen kann. Anderseits ist die Einführung des MENDELEIEVschen Kitts in die titrierte Lauge eine so unerwünschte Neuerung, daß der „neue“ Apparat sich kaum einer weiten Verbreitung erfreuen wird. Auch ist die Titration im Absorptionsgefäß selbst und zwar in Gegenwart des Bariumcarbonats nach den Angaben der Verfasserin eine harte Nuß.

Wir nehmen daher an, daß sämtliche von KRASNOSSELSKY-MAXIMOV so scharf kritisierten Apparate noch nicht außer Dienst gestellt zu werden brauchen.

## 67. L. Diels: Die Frostschäden in den botanischen Gärten Deutschlands im Winter 1928/29.

(Eingegangen am 29. November 1929. Vorgetragen in der Novembersitzung.)

Die ungewöhnlich strenge und lang anhaltende Kälte des vorigen Winters ließ tiefgreifende Schäden an unserer Vegetation erwarten. In Norddeutschland zwischen Elbe und Weichsel, in großen Teilen Mittel- und Süddeutschlands brachte ja der Februar 1929 die tiefsten Temperaturminima, die seit dem Bestehen geregelter meteorologischer Aufzeichnungen dort je beobachtet worden sind. So wurde es von mehreren Stellen aus unternommen, eine Feststellung der Schäden an den Pflanzenbeständen vorzunehmen; für die botanischen Gärten wurde ich von Kollegen aufgefordert, eine Zusammenstellung des Materiales zu veranlassen. Ich habe daraufhin die deutschen botanischen Gärten gebeten, einschlägige Angaben einzusenden, und erhielt von 26 der aufgeforderten Stellen[1]) Antwort.

Die eingesandten Berichte waren von sehr verschiedener Ausführlichkeit und von verschiedenem Gehalt. Dies ließ sich nicht vermeiden, da bestimmte Instruktionen für die Erhebungen naturgemäß nur in geringem Maße gegeben werden konnten. Bei dem heutigen Stande der Probleme der Frostschäden und bei der Schwierigkeit, sie zu beurteilen, muß es genügen, einige der einfacheren Ergebnisse der Rundfrage mitzuteilen.

Die Begrenzung des Lebens durch Frost ist am augenfälligsten bei den Immergrünen unserer heimischen Flora und unserer Kulturen. Manche Coniferen z. B. stehen bei uns bekanntlich hart an der Grenze ihrer Existenzmöglichkeit; es genügt ein sehr geringes Minus, um sie zu vernichten. Dahin gehört *Araucaria brasiliensis*, von der dies Jahr auch in Münster 2 sechsjährige

---

1) Berlin-Dahlem (Botan. Garten und Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau), Bonn, Breslau, Darmstadt, Eberswalde, Elberfeld, Frankfurt a. M., Gießen, Göttingen, Greifswald, Halle a. S., Hannöv.-Münden, Hannover, Innsbruck, Jena. Karlsruhe, Kiel, Köln, Königsberg, Leipzig, München-Nymphenburg, Münster i. W., Stuttgart, Wien-Schönbrunn, Würzburg. Ich spreche den Vorständen der Gärten für die Überlassung des Materiales den besten Dank aus. Auch danke ich vielmals meinem Kollegen Professor Dr. v. FICKER, der mir freundlichst die Daten des Preußischen Meteorologischen Institutes zur Verfügung stellte.

Exemplare abstarben, während sie sich in Köln „unter künstlichem Fichtenschutz“ noch gehalten hat und auch auf der Mainau wieder treibt, freilich stark verunstaltet. Von den empfindlichen Tannen sind *Abies firma* und *A. pinsapo* im Westen durchgekommen, in der Mitte treiben sie nur schwach wieder aus, in Breslau, Königsberg und auch München sind sie völlig erfroren. Daß bei diesen Tannen wirklich die negative Schwelle überschritten wurde, scheint z. B. Königsberg zu belegen: dort ist eine 80jährige *Abies cephalonica* erfroren, bei einem Minimum von — 31,5°, während das absolute Minimum (— 35°) im Januar 1849, also gerade vor 80 Jahren, gemessen war; zwischen 30° und 35° dürfte also der kritische Punkt liegen. Im allgemeinen scheint bei *Abies* das Maß der Schädigung ungefähr proportional dem Verlaufe des Minimums zu sein. In anderen Fällen dagegen ist sie offenbar innerhalb einer breiten Zone niedriger Temperaturen annähernd gleich stark. Dies möchte man z. B. für *Sequoia gigantea* und *Chamaecyparis*, vielleicht auch für *Cedrus* annehmen, denn ihre Beeinträchtigung im Westen (Bonn) mit Minimis von etwa — 20° scheint kaum geringer zu sein, als in Berlin mit — 28° oder Breslau mit — 32°, einer Kälte, die dort zwei Tage hintereinander sich wiederholte.

Dasselbe läßt sich sagen für die bei uns heimischen immergrünen Dikotylen wie *Ilex*, *Hedera* und *Viscum*, und von den Fremden z. B. *Prunus Laurocerasus*. Im April konnte man in Holland große Epheupflanzen mit völlig totem Blattwerk sehen; gleiches wird von Münster berichtet, ganz wie in Berlin, obgleich die Minima dort, wie gesagt, nur — 20°, hier — 28° betrugen. Auch auf der Mainau mit einem Minimum von — 21,5° erfror *Prunus Laurocerasus* bis auf den Boden hinab.

Noch empfindlicher als *Hedera* und *Ilex* haben sich unter den immergrünen Dikotylen wieder die Genisteen und Ericineen erwiesen.

Von den Genisteen sind *Ulex* und *Spartium* in Berlin, Würzburg und Göttingen ganz erfroren, z. T. trotz Deckung, *Ulex* ist in Kiel stark beschädigt und ist in Greifswald bis zum Stamm abgestorben. *Genista* und *Sarothamnus* haben selbst in Köln „in allen Lagen stark gelitten“, während *Sarothamnus* im Dahlemer Garten, abgesehen vom Samen, ganz vernichtet wurde. Daß hier nicht nur die Schutzlosigkeit der vielzweigigen Assimilationssprosse beteiligt ist, sondern auch konstitutionelle Eigenart mitspricht, geht aus der Empfindlichkeit hervor, die auch die laubwerfenden Arten der Genisteen zeigen. *Adenocarpus* erfror selbst in Darmstadt

(Min. — 25°), die *Laburnum*-Arten sind im Königsberger Garten alle, in Breslau und Berlin in vielen Individuen abgestorben.

Ähnlich wie die Genisteen verhielten sich die Ericineen, mit denen sie ja in den natürlichen Vegetationen so häufig gesellig zusammen wachsen. Diese Gattungen, *Erica*, *Daboecia*, auch *Calluna*, sind ja als zart bekannt. *Daboecia* wird von Würzburg und München trotz Reisigbedeckung als eingegangen gemeldet, *Erica vagans* ist in Elberfeld fast völlig erfroren, in Münster „zu 60 % tot"; auch *Erica carnea* und *Calluna* sind in Gießen und Köln erheblich beschädigt. Ericineen und Genisteen gehören pflanzengeographisch den Mittelmeer-Typen unserer Flora an, und zwar demjenigen mediterranen Element, das zu Afrika in Beziehung steht. Augenscheinlich setzt es dem Froste weniger Widerstand entgegen als die Angehörigen des holarktischen Elementes, dem man *Ilex* und *Hedera* zurechnet. Es äußert sich darin seine Herkunft aus einem wohl seit langer Zeit dauernd frostarmen Erdraum.

Derselbe Zusammenhang besteht bei den Gattungen, die den temperierten Gegenden der Südhemisphäre mit ihren milden Wintern entstammen, den Neuseeländern und Südchilenen. Sie alle haben unter der Kälte schwer gelitten. *Berberis empetrifolia*, *Fuchsia*, die neuseeländischen Veronicen (*Hebe*) sind fast überall dem Frost erlegen, auch *Pernettya*, die selbst in Köln trotz Fichtenschutz bis auf den Boden abgefroren ist. „*Libocedrus chilensis* und *Podocarpus andina*, die in 30 Jahren auf der Mainau herangewachsen waren, sind verloren."[1])

Im Gegensatz zu diesen mediterranen und südhemisphärischen Gewächsen steht das starke Kontingent der holarktischen Gehölze. Die große Rolle, die sie bei uns in unseren Anlagen spielen, ist ja Beweis dafür, daß sie sich mit unseren normalen Minimis abfinden. Dabei muß der Ton liegen auf normalen Minimis. Eine Verschiebung nach der Minusseite wirkt auslesend.

Entsprechend dem Klima der Heimat erweisen sich dabei die Nordamerikaner aus den Oststaaten als besonders abgehärtet, wo ja noch so weit im Süden wie in Alabama Minima von — 20° vorkommen. Bäume wie *Taxodium*, *Liriodendron*, *Magnolia acuminata* haben, wie es scheint, nirgends gelitten. Auch bei südlicheren Typen aus der Union, z. B. der Anonacee *Asimina*, hat sich ein Widerstand gegen — 25° bzw. — 28° erwiesen, wie aus dem Darmstädter bzw. Jenaer Garten berichtet wird.

---

1) NOHL in „Gartenschönheit" 1929, 432.

Die Ostasiaten verhalten sich weniger einheitlich. Manche Bäume litten wohl nirgends, z. B. *Ginkgo*, der ja auch in Peking (mittl. Min. — 15°, abs. Min. — 28°) gedeiht; selbst ohne den heißen chinesischen Sommer bewahrt er diese seine Kraft. Noch andere Ostasiaten erfreuen sich ähnlicher Fähigkeiten, darunter solche, denen man es nach ihrer tropischen Verwandtschaft kaum zutrauen würde. Die Bignoniacee *Campsis* hat z. B. bei uns wenig gelitten und treibt auch in Breslau trotz des Minimums von — 32° aus einzelnen starken Ästen wieder aus; auch *Citrus trifoliata* verlor in Dahlem nur einzelne jüngere Zweige, während in Frankfurt a. M. ihr Absterben beklagt wird. Dagegen ist *Wistaria sinensis* bei uns vielfach stark mitgenommen, *Paulownia tomentosa* ist im Dahlemer „System" vollkommen abgestorben, ebenso in Greifswald; dagegen hat sie in Würzburg ungedeckt „wider Erwarten gut" ausgehalten, wohl begünstigt durch den wärmeren Sommer, der dann freilich den gesamten Stamm auch älterer Bäume fördern mußte, nicht nur den jeweils jüngsten Zuwachs.

Die Anfälligkeit dieser jüngsten Triebe tritt besonders eindringlich zu Tage bei den zahlreichen Sträuchern, die aus Ostasien zu uns gekommen sind. Sehr viele *Berberis*, *Deutzia*, *Hydrangea*, *Ribes*, *Cotoneaster*, *Rosa*, *Ligustrum*, *Buddleia*, *Lonicera*, *Jasminum*, *Callicarpa*, auch einige Bambuseen zeigten im Frühling zunächst kaum ein Lebenszeichen; aber, vorzugsweise aus tiefer liegenden Knospen, trieben sie im Laufe des Sommers wieder kräftig aus. Es handelt sich hier um Gewächse, deren bodennahe Sprosse mäßige Frostgrade gut vertragen und daher bei genügendem Schneeschutz noch östlich der Elbe in der Kultur gehalten werden können. Ihr Wachstum ist namentlich in kühlen Sommern nur mittelmäßig, in freiem Wettbewerb würden sie natürlich unseren einheimischen Arten unterliegen; ihr Gedeihen hängt also ab von einem für jede Spezies bestimmten Verhältnis der im Sommer erreichbaren Vitalität zu dem Schutze der unteren Sprosse im Winter. Daraus erklärt sich, daß bei dieser Gruppe wenigstens in Norddeutschland die Unterschiede zwischen Westen und Osten nicht so groß sind, wie man es nach dem Betrage der Winter-Minima erwarten sollte. Denn sowohl die Sommerwärme wie jener Winterschutz bleiben im Nordwesten öfters unter dem Optimum, und dadurch gleichen sich die stärkeren Schäden der Minima, die der Osten kennt, wieder aus.

Auch im vergangenen Winter zeigte sich dieser Sachverhalt. Im unteren Rheinland war der Schneeschutz besonders im zweiten Teile des Winters ungenügend. Die Schneedecke wurde dort

nicht höher als 2 bis 10 cm. Anfang Februar war bei Frost bis unter — 10° sogar eine längere Reihe von Tagen, bis zum 14ten, so gut wie schneefrei; auch gegen Ende des Monates trat keine nennenswerte Erhöhung der Schneelage ein, während die Kälte anhielt, und wiederum Minima unter — 12° erreicht wurden. In anderen Gegenden, z. B. Westfalens, kam es zu starker Verharschung, der Schnee wurde zu Firn und Eis, das die Kälte gut leitete und außerdem durch Luftabschluß schadete. Diese Faktoren waren Anlaß, daß z. B. *Mahonia Aquifolium* in Köln fast ebenso litt wie in Greifswald oder Breslau. Ganz besonders benachteiligt dadurch wurde aber das Überwintern der Stauden im Westen gegenüber den östlichen Gebieten mit besserer Schneelage. Im Dahlemer Garten lassen sich keine irgendwie bedeutenden Verluste bei den Stauden bemerken, im Westen scheinen sie sehr erheblich gewesen zu sein. In Münster werden von den Alpinen 10 % als tot angegeben; auch Bonn beklagt starke Verluste in Stauden; in Köln winterten mehrere Labiaten, *Helianthemum*, *Armeria*, *Primula* stark aus, „was in früheren Jahren nicht der Fall war“; für Utrecht wurden mir gleichfalls beträchtliche Einbußen der Freilandstauden angegeben.

Als letzten Punkt enthielt der Fragebogen den Hinweis, zu prüfen, ob der strenge Winter irgend welche Arten gefördert habe. Daraufhin wurde die Verringerung mancher Parasiten erwähnt, aber auch zwei andere Erscheinungen hervorgehoben: einmal der Blütenreichtum mancher Arten im Sommer dieses Jahres, z. B. *Dryas* in Innsbruck, *Syringa* in Halle a. S. und Hannöv.-Münden, und zum zweiten die Förderung gewisser Stauden, besonders Gebirgsarten. Die zweite Tatsache erklärt sich wohl durch die verlängerte Winterruhe infolge der Kälte des Bodens und durch das Ausbleiben von Spätfrösten, die den Pflanzen nach dem endlichen Austrieb noch hätten schaden können. Das außergewöhnlich starke Blühen mancher Arten hängt gleichfalls damit zusammen; bei anderen wurde auch der günstige Vorsommer (1928) dafür verantwortlich gemacht.

---

## 68. E. Werth: Wie alt ist die Erkenntnis der Sexualität der Pflanzen?

(Zur Geographie und Geschichte der Kulturpflanzen und Haustiere, I.)
(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 17. Dezember 1929. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Wenn man den modernen botanischen Handbüchern Glauben schenken will, dann sollte die Erkenntnis der Geschlechtlichkeit der Pflanzen kaum älter, als zweieinhalb Jahrhunderte sein. So darf nach O. V. KIRCHNER (1) „als Begründer der Erkenntnis der Sexualorgane und der Sexualvorgänge in den Blüten der Tübinger Professor R. J. CAMERARIUS (1665 bis 1721) bezeichnet werden". Am ausführlichsten gibt S. AXELL (2) 1869 die Geschichte der Entdeckung „zweier Geschlechter bei den höheren Pflanzen" wieder. Nach ihm wurde das Vorkommen derselben erst gegen Ende des 17. Jahrhunderts bestimmter ausgesprochen: Im Jahre 1682 behauptete N. GREW (3) die Notwendigkeit der Einwirkung des Pollens auf das Pistill zur Fruchtbildung. Der genannte CAMERARIUS (4) unterstützte auf Grund eigener Versuche „die neuen Ansichten" kräftig (1694). Dasselbe tat 1717 S. VAILLANT (5). 1735 stellte LINNÉ (6) zahlreiche Beweise zusammen für die Geschlechtlichkeit der Pflanzen. 1761 wies J. G. KOELREUTER (7) auf die Notwendigkeit der Insektenbeihilfe zur Befruchtung bei verschiedenen Pflanzen hin. CH. K. SPRENGEL (8) endlich gelang es 1793 den Einwürfen gegen die Geschlechtslehre der Pflanzen ein umfangreiches, gesichertes Beobachtungsfundament entgegenzustellen.

Wenn auch KOELREUTER schon den Feigenbaum als das einzige bis dahin bekannte Beispiel erwähnte, bei dem eine Kreuzbefruchtung mit Hilfe der Insekten behauptet wurde, und AXELL in seiner zitierten Arbeit davon spricht, daß „uns schon bei den alten Griechen und Römern dunkle Vorstellungen von der Geschlechtlichkeit einiger diklinischer Pflanzen begegnen", so müssen doch diese Erkenntnisse das Altertum kaum überlebt haben, bzw. in unserem speziellen Kulturkreise wieder verlorengegangen sein. Denn zu wiederholten Malen wurden die Feststellungen der oben zitierten Autoren heftig in Zweifel gezogen und zu widerlegen versucht. So 1700 von TOURNEFORT (9), 1720 durch PONTEDERA (10), 1812 durch F. J. SCHELVER (11) und 1820 durch A. HENSCHEL (12).

Es sind nun, wie wir weiter unten noch sehen werden, die Vorstellungen, welche die Alten von der Geschlechtlichkeit der Pflanzen hatten, offensichtlich durchaus nicht so dunkel gewesen, wie es nach obigem scheinen könnte. Auch sind es nicht die alten Griechen und Römer — über deren Einsicht in die obwaltenden Verhältnisse wir vor allem durch HERODOT (um 500—424 v. Chr.), THEOPHRAST (um 372—287 v. Chr.) und PLINIUS (23—79 n. Chr.) unterrichtet sind — gewesen, denen die Erkenntnis der Sexualität der Pflanzen zu verdanken ist, sondern ohne Zweifel orientalische Kulturvölker und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach die vorsemetischen Sumerer und Ägypter.

Hier im hamitisch-semitischen Kulturkreise spielen drei diöcische Fruchtbäume eine hervorragende wirtschaftliche Rolle. Es sind die Dattel, die Sycomore und die Feige, bei welchen offenbar seit vorgeschichtlichen Zeiten die künstliche Befruchtung gehandhabt worden ist. Auch die neuere botanische Spezialliteratur über die genannten Arten ist nicht ohne Hinweise auf das eben Angedeutete, wenn zwar nur in sehr allgemeiner Form. So haben nach DRUDE (13) bei der genannten Palme „die Orientalen seit den ältesten Zeiten die Bestäubung selbst in die Hand genommen..... Auf diese Weise hat die Dattel schon dem Altertum einen Hinweis auf die Sexualität im Pflanzenreich gegeben". Und nach SOLMS-LAUBACH (14) haben bei der Feige die Semiten Arabiens, in dessen Süden nach ihm die Feige zu Hause ist, Hand in Hand mit der Domestikation die Erfindung der Caprification gemacht, bei welcher der weibliche Baum mit den wespenhaltigen Receptaculis des meist wilden männlichen sogen. Caprificus behangen wird.

Auf Grund der geographischen Verbreitung der Arten der Gattung *Phoenix* (vgl. DRUDE a. a. O.) kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*) in ihrem jetzigen Verbreitungsgebiete als Kulturpflanze — d. i. der hamitisch-semitische Kulturkreis — aus einer oder mehreren wilden Arten oder Unterarten entstanden ist. Und so dürfte es die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, daß der Baum als Kulturpflanze in diesem Gebiete auch ebenso alt ist wie der Bodenbau überhaupt. Dafür sprechen auch die archäologischen Funde. Bildliche Darstellungen von Palmwedeln finden sich auf der ältesten (jungsteinzeitlichen) Keramik von Susa und Mussian in Elam; auf einer ebenfalls noch der Steinzeit angehörenden Inschrifttafel des Königs Entemena von Lagasch (ca. 3000 v. Chr.) ist eine „Vegetationsgöttin" dargestellt, die unverkennbar einen Dattelfruchtstand in der Hand trägt; und auf einem bekannten Relief

der Berliner Sammlung hat der Priesterfürst Gudea von Lagasch (ca. 2600 v. Chr.) einen — auch in Ägypten als priesterliches Abzeichen bekannten — Palmwedel in der Rechten. Eine junge Dattelpalme endlich sehe ich dargestellt auf einer braun bemalten Tonvase des vorgeschichtlichen (stein-kupferzeitlichen) Ägyptens. Für das Gesagte spricht ferner, daß der assyrische Name für die Dattelpalme (Musukkan = himmelhäuptig) sumerisch-akadischen Ursprungs ist (15).

Abb. 1. Dämonen (mit dem männlichen Blütenstand in der Rechten) befruchten die heilige Dattelpalme. Assyrisches Relief aus dem „Nordwestpalast“ von Nimrud (Kalach) des Assurnasirpal (884–860 v. Chr.) (aus Woermann).

Wenn daher nach hieroglyphischen Texten die alten Ägypter über die beiden Geschlechter der Dattelpalme orientiert erscheinen (16), so liegt kein Grund vor zu bezweifeln, daß sie diese Kenntnis bereits seit Anbeginn der Dattelpalmenkultur besaßen. Für Mesopotamien wird dies zur Gewißheit dadurch, daß die künstliche Befruchtung der Dattelpalme in der babylonischen, besonders aber in der assyrischen und hethitischen Kunst nicht von Menschen, sondern von geflügelten, menschen- oder tierköpfigen Gottheiten oder Dämonen („Genien der Fruchtbarkeit“) vorgenommen wird (vgl. Abb. 1; eine ganz analoge Darstellung findet sich auch in der Berliner Vorderasiatischen Sammlung). Die Erfindung der

künstlichen Befruchtung wird damit also in das sagenhafte Helden- oder Götterzeitalter zurückgerückt (17). Die Dattelpalme erscheint auf diesen Darstellungen als sogen. „heiliger Baum"; es ist das eine Zusammenstellung von Palmetten- und „Pinien"-Motiven (letztere eine Stilisierung des zapfenartigen Blütenstandes der Palme) mit Band- und Flechtmotiven in vielfacher Verknüpfung (WOERMANN a. a. O.). Die reale Unterlage dieser symbolischen Darstellungen wurde von E. B. TYLOR 1890 erkannt (17a) und ist heute jedem sich mit dem Alten Orient beschäftigenden Archäologen geläufig. Es erscheint daher dringend notwendig, diese Dinge auch in der botanischen Fachliteratur bekanntzugeben.

Ähnlich wie bei der Dattelpalme liegen auch die Verhältnisse bei den beiden Feigenbäumen: Sycomore und Edle Feige. Für Ägypten gehört wenigstens die Sycomore (*Ficus sycomorus* L.) zu den ältesten Kulturpflanzen. Sie „ist unstreitig in Ägypten autochthon. Sie war unter den einheimischen Bäumen derjenige, den die prosemitischen Einwanderer in prähistorischer Zeit überall in großer Mächtigkeit Wälder und Haine bildend antrafen", der ihnen in seinen Früchten eine reichliche Nahrung, in seinem Stamm und Geäste ein schätzbares Nutz- und Brennholz lieferte. „Daher überstieg sein Ansehen in den ältesten Epochen das aller übrigen Kulturgewächse der Nilebene" (18). Von den Gräbern der V. Dynastie des Alten Reiches an sehen wir die Sycomore außerordentlich häufig dargestellt. Und die schönsten Holzplastiken der naturalistischen Kunst des Alten Reiches pflegen aus Sycomorenholz gefertigt zu sein. In Mesopotamien ist die Feige (*Ficus carica* L.) heute noch wild, und ihre Kultur findet sich nach MEISSNER (a. a O. S. 207) schon in frühsumerischer Zeit (Steinkupferzeit) beim König Urukagina (ca. 2900 v. Chr.) erwähnt (19).

Bei dem großen Alter und der hervorragenden Bedeutung der Kultur der Feige und Sycomore kann es nicht zweifelhaft sein, daß gleich wie bei der Palme auch hier die künstliche Befruchtung seit langem im Schwange war, wenn wir auch Näheres darüber erst von den griechischen und römischen Schriftstellern erfahren. THEOPHRAST (20) wie PLINIUS (21) berichten uns über den Vorgang bei der sogen. Caprification der Feige wie der Sycomore und auch über die Rolle, welche der Feigenblattwespe (Blastophaga) dabei zukommt.

Daß nun bei den drei genannten Kulturbäumen die künstliche Befruchtung nicht nur rein mechanisch ausgeführt wurde ohne Verständnis für die innere Bedeutung des Vorganges, sondern daß man sich bewußt war, daß es sich dabei um einen Sexualakt

handelt, geht ohne Zweifel aus einer Stelle bei Plinius hervor (a. a. O. XIII, 7/8; zitiert nach Woenig, S. 309). Hier leitet er die Schilderung der künstlichen Bestäubung und Fortpflanzung der Palmenbäume mit folgenden poetischen Worten ein: „Man sagt übrigens für gewiß, daß die weiblichen Bäume in einem wild aufgewachsenen Walde ohne männliche nicht tragen, und daß um jedes Männchen viele Weibchen umherstehen und ihm schmeichelnd ihre Zweige entgegenbiegen. Jener hebt die seinigen starr in die Höhe und schwängert diese durch einen Duft oder Anblick oder den Staub, den er ihnen zuschickt. Wird der männliche Baum gefällt, so stehen die weiblichen verwitwet und unfruchtbar da. So stark ist die Empfindung der Liebe bei diesen Bäumen." Daß Plinius sich hier nicht auf ursprünglich römische oder griechische Kenntnis stützt, sondern diese direkt oder indirekt aus den Ländern des hamitisch-semitischen Kulturkreises bezogen hat, geht aus der Beschränkung der Dattelpalmenkultur auf diesen Kulturkreis hervor.

Daß sich die Kenntnis der Sexualität der Pflanzen aber in dem eben genannten Kulturkreise in der ältesten geschichtlichen Zeit und früher nicht auf die genannten drei Arten beschränkt hat, ist wohl anzunehmen, ja erscheint fast sicher bei der großen Liebe zur Natur und der feinen Beobachtungsgabe, die aus den Grabbeigaben und den Kunstwerken vor allem der alten Ägypter offenbar werden.

---

## Literatur.

1. O. v Kirchner: Blumen und Insekten, Leipzig und Berlin 1911, S. 2.
2. S. Axell: Om anordningana för fanerogama växternas befruktning, Stockholm 1869.
3. N. Grew: The anatomy of plants 1682.
4. R. J. Camerarius: Epistola de sexu plantarum, Tübingen 1694
5. S. Vaillant: Discours sur la structure des fleurs etc., Paris 1717.
6. Fundamenta botanica, Amsterdam 1735.
7. J. G. Koelreuter: Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, Leipzig 1761 und: Fortsetzung der vorläufigen Nachricht, Leipzig 1763.
8. Ch. K. Sprengel: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen, Berlin 1793.
9. Tournefort: Institutiones rei herbariae, Paris 1700.
10. Pontedera: Anthologia seu de floris natura, Patav. 1720.
11. F. J. Schelver: Kritik der Lehre von den Geschlechtern der Pflanzen, Heidelberg 1812.
12. A. Henschel: Von der Sexualität, Breslau 1820.
13. O. Drude: Die Palmen, in Engler u. Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien II, 3, S. 30.

14. H. Graf zu SOLMS-LAUBACH: Die Herkunft, Domestikation und Verbreitung des gewöhnlichen Feigenbaums. Abhandl. d. Königl. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen 1882.
15. O. SCHRADER in V. HEHN: Kulturpflanzen und Haustiere 7. Aufl., Berlin 1902, S. 279/80.
16. V. LORET: La flore pharaonique d'après les documents hiéroglyphiques et les spécimens découvertes dans les tombes, Paris 1887 (zitiert nach W. BUSCHAN: Vorgeschichtliche Botanik, Breslau 1895).
17. Vgl. B. MEISSNER: Babylonien und Assyrien, kulturgeschichtliche Bibliothek von W. FOY, 1. Reihe Nr. 3, Heidelberg 1920, S. 205 — K. WOERMANN: Die Kunst aller Völker und Zeiten, Leipzig 1925, Bd. 1, S. 32/33.
17a. E. B. TYLOR: The winged figures on Assyrien and other ancient Monuments. Proc. Soc. Bibl. Arch. 1890
18. F. WÖNIG: Pflanzen im Alten Ägypten, Leipzig 1886, S. 280/81.
19. Im Widerspruch dazu steht die Angabe HERODOT's, wonach zu seiner Zeit in Babylonien die Feigenkultur noch nicht in Gebrauch war (HERODOT I, cap. 93; zitiert nach SOLMS a. a. O.).
20. THEOPHRAST: Naturgeschichte der Gewächse IV, 2. II, 8.
21. PLINIUS: Historia naturalis XIII, 14, XV, 21.

## 69. K. Fritsch: Die systematische Gruppierung der Bryophyten.

(Eingegangen am 18. Dezember 1929. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

In meiner 1909 erschienenen Neubearbeitung der „Organographie und Systematik der Pflanzen“ von WIESNER habe ich die folgende systematische Einteilung der Bryophyten gegeben:

Erste Klasse: Hepaticae.
- I. Ordnung: Marchantiales.
  - 1. Fam. Ricciaceae.
  - 2. Fam. Marchantiaceae.
- II. Ordnung: Anthocerotales.
- III. Ordnung: Jungermanniales.
  - 1. Fam. Pelliaceae.
  - 2. Fam. Radulaceae.

Zweite Klasse: Musci.
- I. Ordnung: Sphagnales.
- II. Ordnung: Andreaeales.
- III. Ordnung: Bryales.
  - Erste Unterordnung: Archidiales.
  - Zweite Unterordnung: Eubryales.
    - 1. Familiengruppe: Acrocarpi.
    - 2. Familiengruppe: Pleurocarpi.

Auf die einzelnen Familien der Bryales ging ich in diesem Lehrbuch nicht ein.

Dieses System war im wesentlichen der fünften Auflage von ENGLER's „Syllabus der Pflanzenfamilien“ entnommen. Nur zwei Änderungen nahm ich vor: die beiden Familien der Jungermanniales nannte ich nicht „Jungermanniaceae anacrogynae“ und „Jungermanniaceae acrogynae“, sondern kurz nach zwei charakteristischen Gattungen Pelliaceae und Radulaceae[1]); ferner hob ich im Anschluß an ENGLER's Darstellung in der ersten Auflage der „Natürl. Pflanzenfamilien“ die Archidiales als eigene Unterordnung heraus.

---

Gegenwärtig verwende ich in meinen Vorlesungen die folgende systematische Gruppierung der Bryophyten:

1) Eine kurze Begründung dieses Vorgangs gab ich auf S. 403 des genannten Lehrbuches in der Note 274.

Erste Klasse: Hepaticae.

I. Ordnung: Anthocerotales.

II. Ordnung: Marchantiales.

1. Fam. Ricciaceae.

2. Fam. Marchantiaceae.

III. Ordnung: Jungermanniales.

1. Fam. Pelliaceae.

2. Fam. Radulaceae[1]).

Zweite Klasse: Musci.

I. Ordnung: Sphagnales.

II. Ordnung: Andreaeales.

III. Ordnung: Bryales.

Erste Unterordnung: Eubryales.

Zweite Unterordnung: Buxbaumiales.

Dritte Unterordnung: Polytrichales.

Die Veränderungen gegenüber dem oben wiedergegebenen System aus dem Jahre 1909 sind folgende:

1. die Voranstellung der Anthocerotales;
2. die Auflassung der Archidiales;
3. die Auflassung der Einteilung in Acrocarpi und Pleurocarpi;
4. die Abtrennung der Buxbaumiales und Polytrichales.

In den folgenden Zeilen will ich diese Änderungen des Systemes kurz begründen.

### 1. Die Voranstellung der Anthocerotales.

Die Dreiteilung der Hepaticae ist wohl allgemein anerkannt. Jedoch ist die Reihenfolge der drei Ordnungen bei verschiedenen Autoren nicht dieselbe. Die von mir gewählte Reihenfolge: Anthocerotales, Marchantiales, Jungermanniales findet sich bei HARDER, während ENGLER-GILG die alte Reihenfolge: Marchantiales, Anthocerotales, Jungermanniales beibehalten und WARMING-MÖBIUS mit den Marchantiales beginnen und die Anthocerotales an den Schluß stellen.

Eine Sonderstellung nimmt WETTSTEIN ein, welcher die Musci vor die Hepaticae stellt und in konsequenter Verfolgung dieses Standpunktes die Ordnungen der Hepaticae mit den Jungermanniales beginnt, auf welche er die Marchantiales und schließlich

1) Die Umtaufung von Radula in „Stephanina“ halte ich nicht für unbedingt geboten.

die Anthocerotales folgen läßt. Meine Ansicht über die Voranstellung der Musci durch WETTSTEIN habe ich bereits in dem eingangs erwähnten Lehrbuch (S. 402—403, Note 272) mitgeteilt und brauche sie daher hier nicht zu wiederholen.

D. H. CAMPBELL will die Anthocerotales ganz aus der Klasse der Hepaticae entfernen und eine eigene Klasse „Anthocerotes" bilden, die den Hepaticae und Musci coordiniert wäre. Dies erscheint mir nicht als notwendig; jedenfalls aber dürfen die Anthocerotales nicht zwischen die Marchantiales und Jungermanniales eingeschoben werden. Sie können also nur an den Anfang oder an den Schluß gestellt werden. Da nun der Gametophyt der Anthocerotales dem der Ricciaceen am ähnlichsten ist, halte ich die Stellung am Anfang des Lebermoos-Systems für die beste. Es stehen dann alle thallösen Formen nebeneinander und die beblätterten Radulaceen schließen das System ab.

## 2. Die Auflassung der Archidiales.

*Archidium* nimmt unter den Laubmoosen namentlich wegen des Fehlens der Columella eine Sonderstellung ein. Faßt man den Bau des Sporogoniums von *Archidium* als primitiv auf, so hat die Unterordnung der Archidiales ihre Berechtigung. Ich stimme aber LOTSY bei, der (S. 233) sich dahin ausspricht, daß „*Archidium* wohl am besten als eine reduzierte Bryale zu betrachten" ist. Als reduzierte Form kann diese Gattung daher unbedenklich zu den Eubryales gestellt werden. Diese Stellung hat sie auch in dem weiter unten zu besprechenden System von FLEISCHER.

## 3. Die Auflassung der Einteilung in Acrocarpi und Pleurocarpi.

Die alte Unterscheidung von acrocarpen und pleurocarpen Laubmoosen ist sehr bequem zum Bestimmen der Laubmoose, aber wissenschaftlich nicht haltbar. Von den Pleurocarpen kann man wohl sagen, daß sie eine annähernd natürliche Gruppe bilden, von den Acrocarpen aber sicher nicht. BROTHERUS, der in der ersten Auflage der „Natürl. Pflanzenfamilien" von ENGLER-PRANTL noch an der Einteilung in Acrocarpi und Pleurocarpi festgehalten hatte, verwendet sie in der zweiten Auflage auch nicht mehr.

## 4. Die Abtrennung der Buxbaumiales und Polytrichales.

Diese Gruppen hat FLEISCHER aufgestellt, von dem BROTHERUS (1924) folgendes sagt: „Hinsichtlich des Systems bin ich FLEISCHER gefolgt, dessen Studien auf diesem Gebiet einen so befruchtenden

Einfluß ausgeübt haben, wie man auch urteilen muß, daß dieselben die Ansprüche, die man gegenwärtig an ein phylogenetisches System stellen kann, am besten erfüllen."

FLEISCHER nennt die „Eubryinales", „Buxbaumiinales" und „Polytrichinales" Reihengruppen; ich nenne sie Unterordnungen und verwende daher die Endung „ales", schreibe also Eubryales, Buxbaumiales und Polytrichales. FLEISCHER gliedert die Buxbaumiinales weiter in zwei Reihen: Buxbaumiales (Familie: Buxbaumiaceae) und Diphysciales (Familie: Diphysciaceae), ebenso die Polytrichinales in Dawsoniales (Familie: Dawsoniaceae) und Polytrichales (Familie: Polytrichaceae). Ich betone also ausdrücklich, daß die Bezeichnungen Buxbaumiales und Polytrichales bei mir einen weiteren Begriff haben als bei FLEISCHER.

Meinem Gefühl nach wären wohl auch die Tetraphidales wegen ihres Peristombaues als eigene Unterordnung herauszuheben, wie dies CAVERS getan hat. Im Vertrauen auf die bessere Einsicht des Spezialforschers FLEISCHER sehe ich aber vorläufig davon ab, verweise aber auf STEPPUTAT und ZIEGENSPECK.

---

## Literatur.


BROTHERUS, V. F.: Bryales, Spezieller Teil in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien I. Teil, Abteilung 3 (1909)[1].

—, —: Bryales, Spezieller Teil in ENGLER, Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Auflage, 10. Band (1924).

CAMPBELL, D. H.: The relationships of the Anthocerotaceae. Flora, neue Folge, XVIII. und XIX. Band (1925).

CAVERS, F.: The Inter-Relationships of the Bryophyta. New Phytologist Reprint Nr. 4 (1911).

ENGLER, A.: Embryophyta zoidiogama in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien I. Teil, Abteilung 3 (1893)[2].

—, —: Syllabus der Pflanzenfamilien, 5. Auflage (1907).

—, —, und GILG, E.: Syllabus der Pflanzenfamilien, 9. und 10. Auflage (1924).

FLEISCHER, M.: Natürliches System der Laubmoose. Hedwigia LXI. (1920).

HARDER, R.: Thallophyten, Bryophyten, Pteridophyten in FITTING, SIERP, HARDER und KARSTEN, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, 17. Auflage (1928).

LOTSY, J. P.: Vorträge über botanische Stammesgeschichte, II. Band: Cormophyta zoidiogama (1909).


---

1) Die Jahreszahl 1909 steht auf dem Titelblatt; die einzelnen Lieferungen erschienen aber bedeutend früher.

2) S. 1—2 der ersten Lieferung, die 1893 erschien.

STEPPUTAT, W., und ZIEGENSPECK, H.: Morphologische Untersuchungen über die Phylogenie der Laubmoose. Botan. Archiv XXIV (1929).

WARMING, E., und MÖBIUS, M.: Handbuch der systematischen Botanik, 4. Auflage (1929).

WETTSTEIN, R.: Handbuch der systematischen Botanik, 3. Auflage, I. Band (1923).

WIESNER, J., und FRITSCH, K.: Elemente der wissenschaftlichen Botanik, II. Band: Organographie und Systematik der Pflanzen, 3. Auflage (1909).

---

## 70. K. Fritsch: Die systematische Gruppierung der Pteridophyten.

(Eingegangen am 18. Dezember 1929. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Mehrere Jahrzehnte hindurch war es allgemein üblich, die rezenten Pteridophyten in drei Klassen: Filicinae, Equisetinae und Lycopodinae einzuteilen, die in den meisten Lehr- und Handbüchern der Botanik auch in dieser Reihenfolge aufgeführt wurden: so bei LUERSSEN, PRANTL-PAX, WIESNER-FRITSCH und GIESENHAGEN (hier sogar noch 1928). EICHLER stellte die Equisetinae voraus und ließ dann die Lycopodinae und Filicinae folgen. ENGLER nannte diese Klassen Filicales, Equisetales und Lycopodiales und fügte die fossile Klasse der Sphenophyllales hinzu.

Unter den drei eingangs genannten Klassen sind die Filicinae und die Equisetinae ohne Zweifel einheitliche Gruppen, während die Lycopodinae heterogene Formen enthalten, die allerdings gemeinsame Merkmale zeigen, z. B. die an der Oberseite der Sporophylle auftretenden Sporangien. Vor allem sind die Formen mit biciliaten Spermatozoiden *(Lycopodium, Phylloglossum, Selaginella)* von jenen mit polyciliaten Spermatozoiden *(Psilotum, Tmesipteris, Isoëtes)* zu trennen. In den neueren Lehr- und Handbüchern findet man zumeist fünf Klassen rezenter Pteridophyten unterschieden, jedoch in verschiedener Reihenfolge. ENGLER-GILG bleiben im wesentlichen bei der altgewohnten Anordnung und unterscheiden Filicales, Articulatae (rezent nur *Equisetum*), Lycopodiales, Psilotales und Isoëtales. WETTSTEIN (3. Aufl.) ordnet die Gruppen anders: Psilophytinae (nur fossil), Lycopodiinae, Psilotinae, Equisetinae, Isoëtinae, Filicinae, Cycadofilicinae (nur fossil). WARMING-MÖBIUS folgen ENGLER-GILG, während HARDER die WETTSTEINsche Reihenfolge übernimmt.

Meines Erachtens müßen vor allem die biciliaten Lycopodinen von allen polyciliaten Formen getrennt werden, wie dies auch LOTSY getan hat. Man kann sie unmöglich zwischen polyciliate Formen stellen, wie dies z. B. bei ENGLER-GILG geschieht. Sie müssen also entweder den Anfang oder den Schluß des Pteridophytensystems bilden. Da nun aber im System biciliate Formen vorausgehen (die Bryophyten) und polyciliate Formen (die Cycadinen) den Pteridophyten folgen, so ergibt sich schon daraus, daß die Lycopodinen an den Anfang zu stellen sind[1]). Hierfür spricht auch der hoch differenzierte Gametophyt von *Lycopodium*. Auch den an Moose erinnernden Habitus der Lycopodinen möchte ich nicht außer Betracht lassen, wenn auch ein direkter Vergleich kaum zulässig ist, nachdem es der Sporophyt der Lycopodinen ist, welcher dem Gametophyten der Moose ähnlich ist.

Ich schließe mich also in der Reihung der Klassen WETTSTEIN an. Nur eine Umstellung möchte ich vornehmen: ich möchte die Isoëtinae vor die Equisetinae stellen. Mir erscheint die Verwandtschaft der Isoëtinae mit den Lycopodinae trotz der von WETTSTEIN (3. Aufl., S. 354) angeführten Gegengründe doch näher als jene mit den Filicinae, sodaß ich nicht die ganz verschiedenen Equisetinae zwischen diese beiden Gruppen einschieben möchte[2]). Es ergibt sich also für mich die Einteilung der rezenten Pteridophyten in die fünf auch von den oben genannten Autoren unterschiedenen Klassen in der Reihenfolge: Lycopodinae, Psilotinae, Isoëtinae, Equisetinae, Filicinae.

Die Einteilung der Filicinae in Eusporangiatae und Leptosporangiatae und die Voranstellung der ersteren bedarf heute keiner Begründung mehr. Die Ophioglossaceen stelle ich mit WETTSTEIN vor die Marattiaceen, während ENGLER-GILG die Marattiaceen voranstellen. Die letzteren nehmen, wie WETTSTEIN (3. Aufl., S. 360) mit Recht sagt, „zwischen den Ophioglossales und den Filicales eine bemerkenswerte Zwischenstellung ein", die wohl auch in ihrer systematischen Einreihung zum Ausdruck kommen muß.

Es wäre nun die Reihenfolge der Familien innerhalb der Eufilicineae (bei WETTSTEIN „Filicales") zu besprechen. WETTSTEIN begann schon in der ersten Auflage seines Hand-

---

1) Hierbei sehe ich von der fossilen Gruppe der Psilophytinae, deren Spermatozoiden natürlich unbekannt sind, ab.

2) Man vergleiche auch GÖBEL (S. 914).

buches mit den Osmundaceen, schloß daran die Schizaeaceen, Gleicheniaceen, Matoniaceen, Polypodiaceen, Parkeriaceen, Cyatheaceen und stellte die Hymenophyllaceen an den Schluß. Diese Einteilung und Reihenfolge habe ich seinerzeit (WIESNER-FRITSCH) als meinen eigenen Ansichten am besten entsprechend übernommen. ENGLER-GILG halten aber an der ungefähr umgekehrten Reihenfolge fest, die wohl auf die Untersuchungen von PRANTL zurückgeht.

Die Voranstellung der Osmundaceen ist gewiß berechtigt, denn sie „halten in gewissem Sinne die Mitte zwischen den Leptosporangiaten und den Eusporangiaten" (LOTSY S. 588). Auch die serodiagnostischen Untersuchungen von CONRADI und WILKOEWITZ haben diese Stellung der Osmundaceen bestätigt.

In der dritten Auflage seines Handbuches hat WETTSTEIN eine teilweise Änderung in der Anordnung der Farn-Familien vorgenommen, indem er die Cyatheaceen (nebst den von ihnen nunmehr abgetrennten Dicksoniaceen und Thyrsopteridaceen) und die Hymenophyllaceen (und Loxsomaceen) nun vor die Polypodiaceen stellt. Hierin liegt ohne Zweifel ein Fortschritt, da diese Familien ohne Zweifel primitiver sind als die in der Jetztwelt so mannigfaltig ausgebildeten Polypodiaceen. Hierdurch kommen die Parkeriaceen an den Schluß des Systems der Eufilicineen; ihre Lebensweise und die Neigung zur Ausbildung diözischer Prothallien nähern sie den Hydropteridineen, mit denen sie allerdings kaum direkte Beziehungen haben dürften.

Unter den Hydropteridineen pflegte man früher die Salviniaceen voranzustellen; so geschah es bei LUERSSEN, PRANTL-PAX, WIESNER-FRITSCH und GIESENHAGEN (noch 1928!). ENGLER stellte jedoch schon 1898 die Marsiliaceen voraus, welchem Beispiel WETTSTEIN erst in der zweiten Auflage seines Handbuches (1911) folgte. Ganz abgesehen von den phylogenetischen Beziehungen zu den einzelnen Familien der Eufilicineen (vgl. WETTSTEIN, 3. Auflage, S. 382) muß betont werden, daß die normal einwurzelnden Marsiliaceen jedenfalls den Eufilicineen näherstehen als die frei schwimmenden Salviniaceen, die auch eine weitergehende Reduktion der Gametophyten aufweisen.

WETTSTEIN hat in der ersten Auflage seines „Handbuches" *Pilularia* und *Azolla* zu Vertretern eigener Familien gemacht; mir scheint dies nicht unbedingt nötig zu sein; namentlich die Differenzen zwischen *Pilularia* und *Marsilia* sind wohl nicht bedeutend. Die Pilulariaceen hat auch WETTSTEIN schon in der zweiten Auflage mit den Marsiliaceen vereinigt; die

Azollaceen behält er als eigene Familie bei, wogegen nichts einzuwenden ist, wenn man die Salviniaceen und Azollaceen zu einer Einheit (Unterordnung Salviniineae bei WETTSTEIN) vereinigt den Marsiliaceen (Unterordnung Marsiliineae bei WETTSTEIN) gegenüberstellt. Mir erscheint jedoch immer noch die alte Einteilung der Hydropteridineae in zwei Familien (Marsiliaceen und Salviniaceen) genügend zu sein.

Ich teile schließlich das Pteridophyten-System mit, welches ich gegenwärtig meinen Vorlesungen über systematische Botanik zu Grunde lege. Ich betone ausdrücklich, daß es nur eine unbedeutende Abänderung des Systems von WETTSTEIN darstellt. Alle fossilen Gruppen sind prinzipiell weggelassen. Ferner fehlen die zwei kleinen Familien der Loxsomaceen und Thyrsopteridaceen, die ich in meinen Vorlesungen zu übergehen pflege.

Erste Klasse: Lycopodinae.
- I. Ordnung: Isosporae.
  - Einzige Familie: Lycopodiaceae.
- II. Ordnung: Heterosporae.
  - Einzige Familie: Selaginellaceae.

Zweite Klasse: Psilotinae.
Dritte Klasse: Isoëtinae.
Vierte Klasse: Equisetinae.
Fünfte Klasse: Filicinae.
- I. Ordnung: Eusporangiatae.
  - 1. Fam. Ophioglossaceae.
  - 2. Fam. Marattiaceae.
- II. Ordnung: Leptosporangiatae.
  - Erste Unterordnung: Eufilicineae.
    - 1. Fam. Osmundaceae.
    - 2. Fam. Schizaeaceae.
    - 3. Fam. Gleicheniaceae.
    - 4. Fam. Matoniaceae.
    - 5. Fam. Hymenophyllaceae.
    - 6. Fam. Dicksoniaceae.
    - 7. Fam. Cyatheaceae.
    - 8. Fam. Polypodiaceae.
    - 9. Fam. Parkeriaceae.
  - Zweite Unterordnung: Hydropteridineae.
    - 1. Fam. Marsiliaceae.
    - 2. Fam. Salviniaceae.

---

## Literatur.

CONRADI, A.: Das System der Farne unter Berücksichtigung der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Paläontologie und Serodiagnostik dargestellt. Botan. Archiv, XIV. Band (1926).

EICHLER, A. W.: Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik, 4. Aufl. (1886).

ENGLER, A.: Syllabus der Vorlesungen über spezielle und medizinisch-pharmazeutische Botanik, große Ausgabe (1892).

—, —: Syllabus der Pflanzenfamilien. 2. Ausgabe (1898).

—, —, und GILG, E.: Syllabus der Pflanzenfamilien, 9 und 10. Auflage (1924).

GIESENHAGEN, K.: Lehrbuch der Botanik, 10. Auflage (1928).

GÖBEL, K: Organographie der Pflanzen, 2. Auflage, II. Teil, 2 Heft (1918).

HARDER, R.: Thallophyten, Bryophyten, Pteridophyten in FITTING, SIERP, HARDER und KARSTEN, Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, 17. Auflage (1928).

LOTSY, J. P.: Vorträge über botanische Stammesgeschichte, II. Band: Cormophyta zoidiogama (1909).

LUERSSEN, C: Die Farnpflanzen in RABENHORST, Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2 Auflage, III. Band (1889).

PRANTL, K.: Bemerkungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der Gefäßkryptogamen und den Ursprung der Phanerogamen. Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg, Band X (1875).

—, —, und PAX, F.: Lehrbuch der Botanik, 9. Auflage (1894).

WARMING, E, und MÖBIUS, M: Handbuch der systematischen Botanik, 4. Auflage (1929).

WETTSTEIN, R.: Handbuch der systematischen Botanik, II. Band, 1. Teil (1903). — 2. Auflage (1911). — 3. Auflage, I. Band (1923).

WIESNER, J, und FRITSCH, K.: Elemente der wissenschaftlichen Botanik, II. Band: Organographie und Systematik der Pflanzen, 3. Auflage (1909).

WILKOEWITZ, K.: Über die Serologie und Morphologie des Farnastes. Botan. Archiv XXIII (1929).

# 71. E. Heinricher: Über chlorophyllfreie Austriebe der Mistel, verursacht durch den gleichzeitigen Mangel von Licht und Nährsalzen.

(Mit 1 Abbildung im Text.)

(Eingegangen am 24. Dezember 1929. Vorgetragen in der Dezembersitzung.)

Das große Lichtbedürfnis unserer Mistel *(Viscum album)* ist allgemein bekannt. Am weitestgehend ist es für den Keimungsvorgang. Die Keimung vollzieht sich ohne Licht überhaupt nicht, und es ist bisher auf keinerlei Weise gelungen, den Einfluß des Lichtes auf andere Weise zu ersetzen. Auch ist die Lichtintensität, welche das Keimen ermöglicht, verhältnismäßig hoch. So keimen auf Glasplatten ausgelegte Mistelsamen trotz genügender Temperatur und Feuchtigkeit in den von PFEFFER eingeführten phototropischen Kammern nicht aus, und ebenso konnte auch die Keimung im Thermostaten, bei künstlicher Beleuchtung mit 80 HK, nicht erzielt werden[1]). Später ermittelte ich als ungefähren Grenzwert, bei dem Keimung noch erfolgen kann, eine Beleuchtungsstärke von 200 Kerzen[2]).

Daß die Mistel auch im allgemeinen eine ausgesprochene Lichtpflanze ist, verrät schon ihr besonders üppiges Gedeihen in den Kronen ihrer Wirtbäume. Immerhin bleibt ihre Lebensfähigkeit auch noch bei sehr herabgesetztem Lichtbezug bestehen, wenn sie auch unter solchen Bedingungen sehr geschwächt ist und zur Blütenbildung nicht gelangt. Bedingung ist dabei noch, daß ihrem Träger Reaktionen zur Abwehr, die zum Ausmerzen führen würden, abgehen.

Darüber belehrte mich folgendes: Im November 1912 belegte ich eine noch jugendliche *Abies concolor* mit Tannen-Mistelsamen. 1913 wurden 7 Keimlinge festgestellt, 1914 fünf recht kräftige Pflanzen. Die stärkste wurde mit ihrem Tragast photographiert und dann konserviert. In der Folge kamen die Misteln an der sehr üppig gedeihenden Tanne in Rücksicht auf den Lichtgenuß

1) Vgl. meine Abhandlung in den Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. LVII, 1916, wo im Gegenstande auch weitere anschauliche Beispiele erwähnt sind.

2) HEINRICHER in: Methoden der Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen. (ABDERHALDEN, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 2, S. 308.)

in sehr ungünstige Verhältnisse, nach innen zwischen das Astwerk, blieben kümmerlich und gelangten nie zur Blüte. Doch konnten 2 lebende Pflanzen noch im Sommer 1929 nachgewiesen werden.

Anfänglich habe ich die zur Erhaltung der Mistelpflanzen nötige Lichtintensität zu hoch eingeschätzt, woran meine noch unzureichenden Erfahrungen Schuld waren. Das betrifft meine erste veröffentlichte Abhandlung über die Mistel[1]), in der ich gleich eingangs „das Lichtbedürfnis der Mistel" behandelte.

Der erste dort erörterte Fall, betreffend das Absterben einer Mistel auf der Zitterpappel, ist gewiß zu Unrecht als Folge zu geringen Lichtgenusses gedeutet, und es haben wohl Abwehrmaßnahmen der Populus, Unterbindung der Wasser- und Nährsalzaufnahme, das Eingehen der Mistel bewirkt. Berechtigt bleibt hingegen das zweite angeführte Beispiel von der Mistel auf der Hasel. So leicht auf *Corylus Avellana* Misteln zu erziehen sind, so schwer ist es sie dauernd zu erhalten. Die Unmenge von entstehenden Wurzelschößlingen bringt die Tragäste bald in das Innere eines Waldes von Trieben, die Misteln erhalten nur geringen Lichtgenuß, gehen ein oder vegetieren bald nur kümmerlich. Darin ist gewiß auch eine der Ursachen gegeben, daß man Misteln auf der Hasel nur selten begegnet.

Die an genannter Stelle stark betonte Lichtbedürftigkeit der Mistel war aber Veranlassung, daß von anderer Seite der Versuch gemacht wurde, Lichtentzug zur Bekämpfung der Mistel heranzuziehen. Von diesem Vorschlage erfuhr ich aus der Abhandlung des Prof. EDM. KLEIN, „Die Mistel *(Viscum album)* und ihre Verbreitung im Großherzogtum Luxemburg"[2]). Auf S. 79 heißt es dort: „Eine neue Bekämpfungsweise wird nun in letzter Zeit mit Wärme empfohlen und zwar von Dr. MOLZ-FLÖRSHEIM, welcher sich auf Versuche[3]) von Prof. HEINRICHER in Innsbruck stützt". „Diese Versuche zeigten das Ergebnis, daß Mistelbüsche abstarben, nachdem durch dichten Stand der Stockausschläge die Anhaftstelle der Mistel zu sehr beschattet wurde." „Man will die Erfahrung gemacht haben, daß das Bedecken der Wunde, die durch Abbrechen der Mistel entstanden ist, also der Lichtentzug durch Anbringen eines lichtdichten Verbandes, ausreicht zur Bekämpfung.

---

1) „Beiträge zur Kenntnis der Mistel" (Naturwiss. Ztschr. für Land- u. Forstwirtschaft, 5. Jahrg., 1907). Dieser Abhandlung sind inzwischen 22 Mitteilungen über die Mistel gefolgt.

2) Festschrift der Ges. Luxemburger Naturfreunde, 1915.

3) Richtig sollte es heißen „Beobachtungen", der Ausdruck „Versuche" ist irreführend.

Es empfiehlt sich, über der früheren Ansatzstelle der Mistel die Anbringung eines ½ m langen Verbandes von geteerter Dachpappe, die man um den betreffenden Astteil herumlegt und mit starkem Bindfaden befestigt." So der Bericht bei KLEIN. Der Ort, wo Dr. MOLZ-FLÖRSHEIM die Sache besprach, und sein Original-Artikel ist mir unbekannt geblieben[1]).

Obschon ich durchaus dem schon von SCHACHT 1854[2]) empfohlenen und auch von TUBEUF vertretenen Verfahren beipflichte, daß, wo es sich um Gefährdung des Obstbaues durch die Mistel handelt, als radikales Mittel nur das Beseitigen der Mistel samt dem Tragast gelten kann, interessierte es mich doch, die Wirkung des von Dr. MOLZ empfohlenen Vorganges kennen zu lernen.

Von meinen mehrjährigen Versuchen zur Rassenfrage der Mistel[3]) stehen in unserem Versuchsgarten einige mit Misteln überreich besetzte Apfelbäume. Die Misteln sind aus im Jahre 1916 ausgelegten Samen der Birn-Mistel erwachsen. Da pro Baum je 30 Samen verwendet wurden, kamen zufolge der vielfach mehrere Embryonen enthaltenden Samen und des so mistelholden Apfelbaumes auf dem einzelnen Baum mehr Mistelpflanzen zu stehen, als Samen ausgelegt worden waren[4]). Die Obstbäume wurden, nachdem die erst gestellten Fragen erledigt waren, belassen, die Misteln auf ihnen aber periodenweise abgebrochen oder abgeschnitten, um eine zu starke Schädigung der Bäume zu verhindern. Zu einer Ausmerzung der Misteln kam es dadurch keineswegs; immer erfolgte eine reiche Ausbildung von Adventivsprossen aus den intramatrikalen Teilen, doch wurden sie nie solange belassen, daß sie bis zum Blühen und Fruchten gelangt wären. Wie dicht die Regenerationstriebe gebildet wurden, zeigt der mittlere Stamm eines Goldreinetten-

---

1) v. TUBEUF in seiner „Monographie der Mistel" berührt die Sache in einer Fußnote auf S. 789, im Kapitel „Schaden und Bekämpfung der Mistel". Er sagt dort: „Das von anderer Seite angeregte Umwickeln befallener Äste mit lichtabhaltender Dachpappe wäre umständlicher und teuerer (NB. als das von T. empfohlene Verfahren) und führt zum Faulen der Mistelsenker; es ist auch bisher wohl bei der Empfehlung ohne Erprobung geblieben.

2) Vgl. TUBEUF a. a. O., S. 788.

3) Zur Veröffentlichung der Ergebnisse dieser Versuche fand ich noch nicht Muße, nur hinsichtlich erwachsener Einzelfragen wurden sie zum Teil ausgenützt. Ich hoffe eine umfassende Darstellung noch bringen zu können.

4) Anschaulich ist dies auch aus der Tabelle zu entnehmen, die auf S. 8 meiner Abhandlung „Der Kampf zwischen Mistel und Birnbaum" (Denkschriften der Ak. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, 93. Bd., 1916) zu finden ist.

baumes in der beigegebenen Abbildung. Die Aufnahme verdanke ich Herrn Prof. A. WAGNER; sie erfolgte anfangs Jänner 1928.

Diesen Stamm benutzte ich dann zur Ausführung des vorhin erwähnten Umhüllungsversuches. Am 10. IV. 1928 wurden alle Mistelsprosse am Grunde abgebrochen, und dann ein Teil des Stammes, 40 cm in der Länge, mit schwarzer Baumwolle dicht umhüllt. Dieses schmiegsame Material wurde der von Dr. MOLZ empfohlenen Dachpappe vorgezogen. Die Baumwollhülle wurde durch eine zweite aus gefirnißtem Papier überdeckt und durch einen sorgfältigen Verband befestigt. Eine Zufuhr von Assimilaten zu den intramatrikalen Teilen seitens der Misteln war somit sicher verhindert, sie waren in ihrer Ernährung ganz auf etwa in den Rindenwurzeln vorhandene Reserven, allenfalls auf solche in der

Rinde des Apfelbaumes angewiesen, wie auch von diesem das Wasser und die Nährsalze zu beziehen waren.

Die Umhüllung verblieb am Aste gut ein Jahr lang. Am 13. IV. 1929, 9 Uhr früh, wurde sie entfernt. Es ergab sich folgendes: Die intramatrikalen Teile waren gewiß nicht abgestorben, im Gegenteil hatten sie vermocht unter der Hülle rein gelbweiße, chlorophyllfreie Knospen zu treiben. Solche zählte ich über 40; sie standen vorwiegend herdenweise beisammen, am reichlichsten an der nach Westen gewendeten Seite des Astes, die auch in der vorn gegebenen Abbildung als die best mit Misteln besetzte dem Beschauer zugekehrt ist. Vereinzelte Knospen waren auch an der N- und S-Seite vorhanden. Die größeren hatten ein noch zusammenschließendes Blattpaar von bis 8 mm Länge. Eine Neigung zur Streckung der Internodien bestand nicht, mechanisch wäre eine solche durch die weiche Baumwollhülle kaum verhindert worden. Es ist deshalb keine Berechtigung vorhanden, von Etiolement zu sprechen. Das bestätigt auch das nunmehr zu schildernde, weitere Verhalten dieser Knospen.

Zunächst wirkte es befremdend, daß die seit 13. IV. dem Lichte ausgesetzten Triebe tage-, ja wochenlang nicht zu ergrünen vermochten, während bekanntlich bei etioliert aufgezogenen Keimpflanzen oder sonstigen Trieben in der Regel schon wenige Stunden Lichtexposition zur Chlorophyllbildung führen. Mangel an Temperatur und Licht konnten dafür nicht verantwortlich gemacht werden, denn es gab genügend warme und sonnige Tage. Auch das am 25. IV. vorgenommene Bepinseln einzelner Knospen mit einer verdünnten Lösung von Eisenchlorid führte zu keinem Ergrünen. Bemerkbar wurde, daß solche, aber auch andere Knospen, einzutrocknen begannen. Sie mochten unter der Schutzhülle die kutikulare Verstärkung der Oberhaut nicht genügend ausgebildet haben und konnten so den durch die Transpiration nach der Entblößung verlorenen Wassergehalt nicht ersetzen. So blieb es noch bis zum Ende des Mai. Erst in den letzten Tagen dieses Monats und den ersten des Juni begann das Ergrünen einer größeren Zahl von Knospen und setzte schließlich allgemein ein. Bis zum Spätherbst waren dann wieder normal grüne Adventivsprosse in beträchtlicher Zahl vorhanden. Die meisten waren allerdings recht schwach, wenige erreichten 2 cm Länge und etliche Blätter bis zu 3,2 cm bei einer Breite von 0,9 cm.

Aus den geschilderten Verhältnissen ist zu folgern, daß die Chlorophyllosigkeit der Austriebe außer durch den Lichtmangel auch durch den der nötigen Transpiration bewirkt

war. Die mangelnde Transpiration führte zu einer Lähmung der Tätigkeit der Senker und zu einer Unterbindung des Nährsalzbezuges. Erst nach dem Entfernen der Hülle konnte ihre Pumptätigkeit allmählich wieder in Gang gebracht werden und darauf auch das Ergrünen der wochenlang am Licht chlorophyllfrei verbliebenen Triebe erfolgen. Die intramatrikalen Teile erwiesen sich so als in hohem Grade widerstandsfähig, die ein Jahr lang bestandene Unterbindung des Lichtzutrittes und der Transpiration führte keineswegs zum Absterben, wenn auch nicht zu zweifeln ist, daß sie stark geschwächt wurden. Es ist wohl einigermaßen wahrscheinlich, daß bei weiterem Belassen einer derartigen Umhüllung, etwa noch durch ein zweites Jahr, endlich Absterben der intramatrikalen Teile des Parasiten stattfinden würde. Bei anderen Misteln tragenden Bäumen, die zu abwehrenden Gegenwirkungen befähigter sind als *Pirus Malus*, der sich ähnlich verhält wie *Abies concolor* (vgl. vorn), würde das früher erzielbar sein. Daß sich der geschilderte Versuch, die von Dr. MOLZ empfohlene Bekämpfung der Mistel, ganz abgesehen von der Umständlichkeit des Verfahrens, als keineswegs brauchbar erwiesen hat, ist kaum nötig zu sagen.

Von einigem Interesse waren die im Versuche aufgetretenen chlorophyllosen Sprosse, weil meines Wissens solche bei der Mistel noch nicht beobachtet worden sind. Nur durch Lichtentzug sie (d. h. etiolierte) zu erhalten, dürfte bei der trägwüchsigen Pflanze einige Schwierigkeiten bereiten. Am ehesten könnte dies durch Verdunkelung eines Teiles der Sprosse einer Pflanze, vor und während des Frühjahrsaustriebes, gelingen.

Innsbruck, Botanisches Institut, im Dezember 1929.

# Bericht

über die

vom 6. bis 10. August 1929 in **Danzig**

abgehaltene

## dreiundvierzigste Generalversammlung

der

# Deutschen Botanischen Gesellschaft.

---

Die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft fand in Gemeinschaft mit der Jahresversammlung der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und Systematische Botanik in diesem Jahre, abweichend von dem in den letzten Jahren geübten Brauche, zu Beginn des August, am Anfang der Hochschulferien statt. In den Hochsommer war die Tagung verlegt worden, weil zu Pfingsten in dem kühlen Klima des im nördlichen Deutschland gelegenen Danzig die Vegetation der Umgebung noch so weit in der Entwicklung zurück zu sein pflegt, daß die Exkursionen den Botanikern die Flora noch nicht in einer genügend vollständigen und charakteristischen Entwicklung gezeigt hätten.

Leider waren der Einladung des Freistaates Danzig nur verhältnismäßig Wenige, jedenfalls weit weniger Teilnehmer aus dem Mutterlande Deutschland, gefolgt als bei den Generalversammlungen der letzten Jahre, was in anbetracht der schweren Lage des um seine Erhaltung hart ringenden Deutschtums recht sehr zu bedauern war.

Am Montag, dem 5. August, fand im „Danziger Hof" ein ungezwungenes geselliges Beisammensein statt, bei dem die Teilnehmer an der Tagung die erste persönliche Fühlung nahmen.

Am Dienstag fand sodann die erste gemeinsame Sitzung der beiden Gesellschaften statt, und zwar, wie auch alle späteren Sitzungen, in den Vortragssälen der Naturforschenden Gesellschaft, Frauengasse 26.

Der Präsident der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Prof. Dr. K. LAKOWITZ-Danzig eröffnete die Sitzung mit warmen Worten der Begrüßung an die Erschienenen und dankte vor allem auch den Vertretern der Behörden und Korporationen für ihr Kommen.

Als Vertreter der Technischen Hochschule begrüßte dann Herr Geheimrat Prof. Dr. LORENZ anstelle des verhinderten Rektors die Versammlung. Er wies hin auf den Zusammenhang zwischen der Technik und der Biologie. Die Technische Hochschule habe die Aufgabe, die Naturkräfte zu erfassen und der Menschheit dienstbar zu machen; dabei sei sie auf die enge Zusammenarbeit mit den Biologen angewiesen; die Hochschule Danzig habe das Verständnis für diese Beziehungen zu den Naturwissenschaften bewiesen durch die Errichtung eines landwirtschaftlichen Institutes. Am Schlusse seiner Ausführungen wünschte der Redner der Tagung einen voll befriedigenden Verlauf.

Hierauf nahm Herr Stadtbürgerschaftsvorsteher LEHMANN das Wort und brachte im Namen der Bürgerschaft von Danzig der Tagung die besten Wünsche und Grüße dar.

Die Reihe der wissenschaftlichen Vorträge wurde alsdann eingeleitet durch einen Vortrag von Herrn K. LAKOWITZ-Danzig über das Thema: Der Anteil Danzigs an der Botanischen Wissenschaft [s. S. (14)].

Hierauf folgte ein umfassender, auf eigene Forschungen gestützter Bericht von Herrn G. TISCHLER-Kiel über Verknüpfungsversuche von Cytologie und Systematik bei den Blütenpflanzen [s. S. (30)].

Nach dem Vortrag wurde um ½12 die gemeinsame Festsitzung vom Präsidenten geschlossen.

Am Nachmittag um $15^{15}$ wurde von Herrn K. LAKOWITZ die Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft eröffnet. Der Vorsitzende erstattete einen kurzen Überblick über die Entwicklung der Gesellschaft im letzten Jahre und gab seiner Genugtuung über das andauernde Wachstum und Gedeihen unserer Vereinigung Ausdruck.

Der Präsident verlas hierauf die Liste der Mitglieder, die im letzten Jahre unserer Gesellschaft durch den Tod entrissen worden sind:

ANDERSSON, G. (Djursholm b/Stockholm) am 15. August 1928 (korrespond. Mitgl.).

BERGSTEN, C. (Leipzig).

BROTHERUS, V. F. (Helsingfors) am 9. Februar 1929 (korrespond. Mitgl.).

BUCHERER, E. (Basel) im Juli 1928.
GAIDUKOV, N. M. (Minsk) am 28. November 1928.
KLEIN, L. (Karlsruhe i. B.) am 12. November 1928.
LOPRIORE, G. (Portici b/Neapel) am 26. Dezember 1928 (korrespond. und ordentl. Mitgl.).
MATSUMURA, J. (Tokio) am 4. Mai 1928 (korrespond. Mitgl.).
PENZIG, O. (Genua) am 5. März 1929 (korrespond. Mitgl.).
REICHE, K. (München) am 26. Februar 1929 (korrespond. Mitgl.).
SCHWARZ, F. (Eberswalde) am 12. November 1928.
WÄCHTER, W. (München) am 26. Juni 1928.
WITTMACK, L. (Berlin-Lichterfelde) am 2. Februar 1929.
YAPP, R. H. (Birmingham) am 26. Januar 1929.

Zu Ehren der Verstorbenen erheben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Sodann gibt der Vorsitzende einen Überblick über den Mitgliederbestand:

Stand am 1. Januar 1928: 873 ordentl. Mitglieder
37 korrespond. Mitglieder
7 Ehrenmitglieder

zusammen 917 Mitglieder.

Vom 1. Januar bis 31. Dezember 1928 wurden
50 ordentl. Mitglieder aufgenommen.

Vom 1. Januar bis 31. Dezember 1928 sind
12 Mitglieder verstorben (darunter 2 korrespond. Mitglieder),
16 ordentl. Mitglieder ausgetreten und
17 ordentl. Mitglieder gestrichen worden.

Stand am 31. Dezember 1928: 880 ordentl. Mitglieder
35 korrespond. Mitglieder
7 Ehrenmitglieder

zusammen 922 Mitglieder.

Nun erstattete der Schatzmeister unserer Gesellschaft, Herr E. TIEGS, den Bericht über die Rechnungsablage für das Jahr 1928 und den Voranschlag für das Jahr 1929 [s. S. (12)].

Herr R. W. KOLBE berichtet über die von ihm in Gemeinschaft mit Herrn R. KOLKWITZ vorgenommene Kassenprüfung. Der Vorsitzende beantragt im Anschluß an diesen Bericht unter Worten des Dankes an den Schatzmeister Entlastung, die von der Versammlung erteilt wird; ebenso wird der Voranschlag genehmigt.

Dem Dank des Vorsitzenden an den Schriftführer der Gesellschaft Herrn B. LEISERING für die gewiß nicht leichte

Leitung der umfangreichen Berichte der Gesellschaft wird von der Versammlung lebhaft zugestimmt.

Als Ort für die nächstjährige Generalversammlung wird Erfurt in Vorschlag gebracht. Die Versammlung stimmt diesem Vorschlage zu; die Tagung soll, wenn möglich in Gemeinschaft mit der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik und mit der Vereinigung für angewandte Botanik, zu Pfingsten 1930 in Erfurt stattfinden. Doch wird dem Berliner geschäftsführenden Vorstand die Ermächtigung erteilt, Zeit und Ort der Generalversammlung von sich aus anderweitig festzusetzen, falls der Beschluß der Generalversammlung, in Erfurt zu tagen, sich aus irgend welchen Gründen als undurchführbar herausstellen sollte.

Nach Schluß des geschäftlichen Teiles der Generalversammlung begannen die wissenschaftlichen Mitteilungen mit dem Vortrage von Herrn H. ZIEGENSPECK-Königsberg über das Verhalten des Kernes in den Wurzelknöllchen von *Hippophaë rhamnoides L.* [s. S. (50)].

An den Vortrag schloß sich eine längere Diskussion, nach deren Beendigung der Präsident den Vorsitz an Herrn G. TISCHLER-Kiel abtrat. Herr TISCHLER erteilte Herrn Schulrat Dr. P. SCHULZ-Danzig das Wort zu seinem Vortrage über neuere Beobachtungen über Auxosporenbildung bei Diatomeen und Desmidiaceen. Herr SCHULZ berichtete über die Auxosporenbildung von *Thalassiosira baltica* Ostenfeld und über die Zygoten von *Desmidium cylindricum* Grev. Die Ketten von *Th. baltica* zerfallen vor der Auxosporenbildung in Einzelzellen. Diese bilden, ähnlich wie *Melosira varians*, große, kugelige Auxosporen aus, deren polaren Vorwölbungen die alten Mutterzellhälften noch längere Zeit aufsitzen. Die Mutterzellen haben einen Durchmesser von 36—45 μ, die aus den Auxosporen hervorgegangenen Erstlingszellen einen solchen von 100—126 μ. Daneben gibt es noch Ketten mit einem Zelldurchmesser von nur 9 μ.

Die Kettenbildung setzt nicht gleich nach der Teilung der Auxospore ein, weil den Erstlingszellen ein Gallertporus fehlt. Die Schalenmitte ist aber stets stark verdünnt, häufig ohne Struktur und zeigt bei kleineren Zellen vielfach Risse oder auch Poren, die eine Kettenbildung erst ermöglichen.

Auxosporen wurden vom 29. 3. bis 14 4. cr. in der Danziger Bucht beobachtet, in früheren Jahren nicht. Vielleicht hat der durch die lange Eisbedeckung hervorgerufene Lichtmangel in diesem Jahre die Auxosporenbildung begünstigt.

*Desmidium cylindricum* gehört zu den wenigen fadenbildenden Desmidiaceen, deren normale geschlechtliche Vermehrung von einem so hohen Typ ist, daß man zwischen männlichen und weiblichen Zellen unterscheiden kann. Vor der Kopulation zerfallen die Fäden in Einzelzellen, die sich gegenseitig aufsuchen, indem sie rhizoidähnliche Kopulationsfortsätze ausbilden, die sich umschlingen und zu einem fest begrenzten Kopulationskanal werden, der dem männlichen Gameten das Hinüberwandern erleichtert. Die Kerne wandern stets voraus und verschmelzen anscheinend schon im Kopulationskanal. Die entleerte männliche Zelle bleibt auch nach dem Entleerungsakt mit der zur Zygote gewordenen weiblichen Zelle dauernd in Verbindung. Die kugelige oder elliptische Zygote ist schwarzbraun und hat eine derbe, doppelwandige Membran.

Im Anschluß hieran wurde eine Doppelzygote von *Cosmarium ochthodes* Nordst. gezeigt, deren Bildung darauf zurückzuführen ist, daß die Gametenmutterzellen vor der Kopulation sich teilten und je 2 Gameten ausbildeten, die paarweise miteinander kopulierten.

Hierauf sprach Herr F. HUSTEDT-Bremen über das Thema: Untersuchungen über den Bau der Diatomeen [s. S. (59)].

Nun nahm Herr R. W. KOLBE-Berlin das Wort zur Demonstration und Erläuterung des von ihm konstruierten Prüflotes[1]) zur Entnahme von Grundproben.

Das Instrument ist im Gegensatz zu den vorhandenen Grundschöpfern möglichst leicht konstruiert, läßt sich ohne weiteres im Rucksack unterbringen, gestattet aber mit Sicherheit auch aus größeren Tiefen Schlammprofile von etwa 7 cm Länge heraufzuholen. Gleichzeitig wird durch ein Zählwerk die gelotete Tiefe mit großer Genauigkeit angezeigt.

Der wesentliche Teil des Apparates ist ein eiförmiges Messinglot (ca 700 g), an das ein Zwischenstück mit leicht beweglicher Verschlußklappe angeschraubt werden kann; an dieses werden — je nach Charakter des Grundschlammes — drei verschieden weite und lange Schlammrohre durch Bajonettverschluß befestigt. Ohne Zwischenstück und Schlammrohr dient der Apparat zu reinen Tiefenmessungen; mit den beiden Teilen zur Gewinnung von kleinen Schlammprofilen aus größerer Tiefe. Für geringere Tiefen und sandigen bis kiesigen Grund dient ein Schlammbecher, der anstelle des Zwischenstücks an das Lot geschraubt wird.

---

1) Eine ausführliche Beschreibung des Apparates ist inzwischen im Archiv f. Hydrobiologie 1929 erschienen.

Das Gerät wurde auf der Dampferfahrt am 8. August im Hafen und in der Danziger Bucht in Tiefen von 8—25 m vorgeführt.

Nach dem Vortrag des Herrn KOLBE schloß der Vorsitzende um 17[30] die wissenschaftliche Sitzung.

Am Abend waren die Kongreßteilnehmer Gäste des Senates der Freien Stadt Danzig, der ihnen zu Ehren in Danzigs schönstem Festsaale, dem altehrwürdigen Artushof, einen Empfangsabend veranstaltet hatte, an dem außer den Mitgliedern der beiden Botaniker-Vereinigungen auch zahlreiche Vertreter der staatlichen und städtischen Behörden und andere Gäste teilnahmen; auch der Rektor der Technischen Hochschule, Herr Prof. Dr. BUCHWALD, war erschienen. Nach einigen einleitenden Musikstücken der Schupokapelle begrüßte Herr Regierungsrat ZAESCHMAR im Namen des Senates die Erschienenen. Ihm erwiderte mit herzlichen Worten des Dankes Herr G. TISCHLER, indem er mit besonderer Eindringlichkeit auf die Kulturgemeinschaft hinwies, die trotz willkürlich gezogener Grenzen die alte deutsche Stadt Danzig mit dem Deutschen Reich innerlich und fest verbindet. Noch mehrere weitere Ansprachen würzten das gesellige Beisammensein, das die Teilnehmer in gehobener Stimmung noch lange zusammenhielt.

Am folgenden Tage, Mittwoch d. 7. August, wurden um 9[20] die wissenschaftlichen Vorträge unter dem Vorsitz von Herrn K. LAKOWITZ fortgesetzt. Er erteilte zunächst Herrn G. FRIESEN-Braunschweig das Wort zu einem Vortrage über Neue Untersuchungen zur Frage der Samenvorbehandlung und über das Verhalten der Keimpflanzen [s. S. (69)].

Es folgte ein Vortrag von Herrn H. PFEIFFER-Bremen über die Erscheinungen bei der Verkieselung von Pflanzenzellen, insbesondere der Cyperaceen [s. S. (78)].

Nun demonstrierte Herr Prof. Dr. Y. OGURA-Tokio einige schöne Präparate des anatomischen Baues der fossilen Farnpflanzen aus der Kreide von Nord- und Mittel-Japan:

1. *Cyathocaulis naktongensis* Ogura[1]), ein großer Querschnitt des Stammes eines Baumfarns. Die allgemeinen Eigenschaften stimmen mit den Cyatheaceen überein, aber die Enden der Gefäßbündel wenden sich nicht nur auswärts, sondern auch nach innen, und im Mark finden sich markständige Gefäßbündel und Wurzelspuren.

2. *Cyathorachis Fujiiana* Ogura[1]), Querschnitt des Blattstiels eines Baumfarns. Die Gefäßbündel stehen ganz ähnlich wie in dem Blattstiel der Cyatheaceen.

---

1) In Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sec. III, Vol. 1, Pt. 3, 1927.

3. *Yezopteris polycycloides* Ogura, nov. gen. et sp.[1]), Querschnitt des Blattstiels eines großen Farns. Die wurmförmig gekrümmten Gefäßbündel stehen in 3 Kreisen; ein solcher Modus der Anordnung der Gefäßbündel findet sich weder bei lebenden noch bei fossilen Pflanzen. Dies dürfte ein Vertreter einer neuen unbekannten Farngruppe sein.

4. *Solenostelopteris loxsomoides* Ogura, nov. sp.[1]), Querschnitt eines kleinen Rhizoms. Das Gefäßbündel ist ringförmig wie bei *Solenostelopteris* Kershaw, und das Rhizom ist dicht mit vielzelligen Schuppen bedeckt; diese Eigenschaften weisen hin auf eine Verwandschaft mit dem Farn *Loxsoma*.

Darauf sprach Herr R. JARETZKY-Kiel über die Chromosomenverhältnisse bei Matthiola [s. S. (82)].

Um 11[15] wurde die Vormittagssitzung geschlossen.

Am Nachmittag eröffnete Herr K. LAKOWITZ um 15[15] die letzte wissenschaftliche Sitzung. Zuerst gab Herr H. ZIEGENSPECK-Königsberg weitere Mitteilungen über seine Forschungen an den Wurzelknöllchen von *Hippophaë*. [S. S. (50).]

Hierauf folgte ein Vortrag von Herrn Karl PIRSCHLE-Mannheim über Nitrate und Ammonsalze als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen bei konstanter Wasserstoffionenkonzentration [s. S. (86)].

Zum Schluß gab Herr K. LAKOWITZ noch einige Anweisungen und Erläuterungen für die Besichtigungen und Exkursionen. Dann schloß er die wissenschaftlichen Sitzungen um 16[20] mit herzlichen Worten des Dankes an alle Vortragenden und Teilnehmer an den Sitzungen.

Noch am Nachmittag desselben Tages begann die Reihe der schönen und genußreichen Exkursionen mit einem Ausflug nach Oliva und Zoppot, wohin die Teilnehmer mit Autobus befördert wurden. In Oliva übernahm die Führung durch den Schloßgartenpark in freundlicher Weise Herr Gartendirektor WOCKE, der von 1899 bis Ende 1928 den Garten verwaltet hat. Eine kleine Druckschrift „Der Schloßgarten in Oliva“, von Dr. K. LAKOWITZ, die Ende Juli 1929 erschien, bietet nähere Auskunft über die Pflanzenschätze des Gartens. Der Schloßgarten von Oliva ist die älteste Anlage dieser Art in unserem deutschen Osten. 1178 war das Cisterzienserkloster Oliva gegründet, in den Jahren 1754—1756 das Abteischloß erbaut, der ursprüngliche Nutzgarten an der Abtei und am Schloß in den Jahren 1782 bis 1792 durch den Abt Fürst

1) Die genauere Beschreibung wird 1930 in einer Zeitschrift in Tokyo erscheinen.

Karl zu Hohenzollern zu einem Schmuckgartenpark erweitert. Die Bodenfläche des Parkes ist 10 ha groß. Der gartenkünstlerische Ausbau dieser Anlage erfolgte durch Georg SALTZMANN, einen Sohn des Hofgärtners von Sanssouci zur Zeit Friedrichs des Großen. Eine wesentliche Bereicherung des Bestandes an Pflanzen war die Aufgabe des Garteninspektors Gustav SCHONDORFF, als 1836 das Kloster säkularisiert und in den Besitz des Königlichen Hauses von Preußen gekommen war. Die Anpflanzung und Akklimatisierung zahlreicher fremder und seltener Holzgewächse gelang ihm ausgezeichnet. Dieses Werk wurde mit Erfolg fortgesetzt durch den Gartendirektor Erich WOCKE seit 1899, durch den zugleich die Anlage eines außerordentlich reichhaltigen Alpinums hinzukam. Die Pflanzenschätze, in erster Linie an Holzgewächsen, werden in der Schrift von LAKOWITZ namhaft gemacht.

Nach der Besichtigung des Schloßgartens und einem Spaziergang auf den nahen Karlsberg mit überraschend schöner Aussicht in die „Thüringische Landschaft" und seewärts in die Danziger Bucht bis hinüber zur Landzunge Hela wurde die Fahrt nach Zoppot fortgesetzt. Hier fand im herrlichen Festsaal des prächtigen Kurhauses ein gemeinsames Essen statt, bei dem der Kurdirektor von Zoppot, Herr VON WÄCHMAR, im Namen der Stadt und der Kurverwaltung in herzlichen Worten die Anwesenden begrüßte und Herr L. DIELS den Dank der Teilnehmer darbrachte.

Der Vormittag des folgenden Tages, Donnerstag, d. 8. August, war der Besichtigung von Danzigs Sehenswürdigkeiten einschließlich des Museums für Naturkunde und Vorgeschichte (Direktor: Prof. LA BAUME) vorbehalten. Unter sachverständiger und liebenswürdiger Führung wurden bei herrlichstem Wetter die Teilnehmer mit den hauptsächlichsten Kostbarkeiten dieses Juwels alten deutschen Städtebaues bekannt gemacht; es waren für alle Beteiligten unvergeßliche Stunden reinsten Genusses.

Am Donnerstag, den 8. August, wurde am Nachmittag eine Fahrt mit Sonderdampfer von Danzig aus auf der Mottlau, der Weichsel, vorbei an der ehemaligen Kaiserlichen und an der Schichauwerft, durch den Hafen Neufahrwasser, hinaus in die Danziger Bucht unternommen. Über Tiefen von 10—20 m erfolgte die Aufholung von Grundproben mit dem von Herrn KOLBE-Berlin neukonstruierten Apparat, ferner wurden mehrere Züge mit dem Schleppnetz zur Heraufbeförderung von Grün-, Braun- und Rotalgen und Züge mit Planktonnetzen zum Abfischen des Oberflächen- und auch des Tiefenwassers ausgeführt. Die erzielten Proben konnten, soweit es nötig war, unter aufgestellten Mikroskopen gezeigt werden durch die

Herren LAKOWITZ und P. SCHULZ-Danzig. Bei dem herrlichen, ruhigen Wetter verlief die Fahrt ohne jegliche Störung und entrollte das ganze Panorama der Danziger buchtenreichen Küste von landschaftlicher Schönheit.

Am Freitag, d. 9. August, erfolgte eine Tagesexkursion in das Dünengelände der Frischen Nehrung, zunächst mit Autobus, bis Nickelswalde, zum Weichseldurchstich von 1895. Auf der Prinz-Albrecht-Höhe dort wurde an Hand einer an alle Teilnehmer verteilten Übersichtskarte ein kurzer geschichtlicher und geographischer Abriß von der Entstehung der drei Mündungen der Weichsel bei Neufahrwasser (Weichselmünde), bei Neufähr (Durchbruch von 1840) und bei Nickelswalde (Durchstich 1895) durch Herrn LAKOWITZ gegeben. Ein Teil der charakteristischen Dünen- und Nehrungsflora, vor allem *Eryngium maritimum*, *Myrica Gale*, *Epipactis rubiginosa*, *Goodyera repens*, *Erica tetralix*, *Pirola chlorantha*, *uniflora*, *umbellata*, *minor*, *secunda*, *Vaccinium oxycoccus* usw. war durch Oberförster NEUMANN-Steegen und Hegemeister LUTHARDT-Pasewark dort oben ausgelegt. Es schloß sich eine Wanderung durch den Dünenwald an bis zum Park auf dem Gute der Familie FROERE in Freienhuben, wo ein schönes Exemplar der Omorikafichte, eine Erlenvarietät mit *crataegus*artigen Blättern, ein *Phellodendron*, eine *Maakia amurense*, blühende *Liriodendron tulipifera* usw. gezeigt wurden. Mit Autobus gings dann nach dem Nehrungsbad Steegen, wo die seltene *Orobanche purpurea* auf *Achillea* festgestellt wurde, und nach einem Mittagsmahl in der „Waldhalle“ dort weiter nach Stutthof, wo auf der „Elbinger“ Weichsel ein Dampfer bestiegen wurde, der die Teilnehmer ein Stück hinein ins Frische Haff führte. Die reichliche Wasserblüte durch in großen Flocken auftretende *Anabaene flos aquae* erfreute den Botaniker, der weite Blick hinüber zu den hohen Dünen bei Kahlberg auf der Nehrung und zu den hohen Ufern bei Elbing und Frauenburg erfreuten den Naturfreund. Zurück ging es mit Autobus nach Danzig.

Am Sonnabend, d. 10. August, erfolgte die Tagesexkursion in den südlichen Teil des Weichsel-Nogat-Deltas durch den Eichwald bis zur Montauer Spitze, dort wo sich die Weichsel und ihr Mündungsarm, die Nogat, voneinander trennen. Zunächst brachte die Staatsbahn die Teilnehmer von Danzig über Dirschau bis zur Station Liessau, von hier ein Sonderzug der Kleinbahn bis zur Station Tannenhof, dann führte uns dort der Hegemeister SCHNEEKLOTH durch den pflanzenreichen Eichwald, dessen botanisch interessante Stromtalflora alle lange beschäftigte. Eine Steigerung fand dieser ideelle Genuß noch, als auf der Wanderung von der

Mittagsstation Piekel die hohen Ufer der Nogat bei dem Dorfe Weißenberg erreicht und hier auf verhältnismäßig kleinem Flächenraume eine überraschende Fülle interessanter Stromtalpflanzen mit pontischem Einschlage gesammelt werden konnten. Ein Autobus brachte die Teilnehmer nach Wernersdorf, wo der Kleinbahnzug bereit stand zur Fahrt nach Marienburg. Hier wurde übernachtet und am Montag vormittag die schöne Ordensburg besucht.

Die Exkursionen und mit ihnen die ganze Tagung hatte damit ihren Abschluß erreicht.

In die Teilnehmerliste hatten sich folgende Mitglieder eingetragen:

DELITSCH, HEINRICH — Lichtenstein-Callenberg.
DIELS, LUDWIG — Berlin-Dahlem.
FEDDE, FRIEDRICH — Berlin-Dahlem.
FRASE, RICHARD — Schneidemühl.
FRIESEN, GEORG — Braunschweig.
HENNIG, LUISE — München.
HUSTEDT, FRIEDRICH — Bremen.
JARETZKY, ROBERT — Kiel.
KOLBE, ROBERT W. — Berlin.
LAKOWITZ, KONRAD — Danzig.
LANGE, SIEGFRIED — Greifswald.
LEISERING, BRUNO — Berlin.
LINDENBEIN, WERNER — Bonn.
NAUMANN, ARNO — Pillnitz a. E.
NOACK, KONRAD L. — Eberswalde.
PFEIFFER, HANS — Bremen.
PIRSCHLE, K. — Ludwigshafen.
REGEL, CONSTANTIN — Kowno.
RUDOLPH, KARL — Prag.
SCHIEMANN, ELISABETH — Berlin-Dahlem.
TIEGS, ERNST — Berlin-Dahlem.
TISCHLER, GEORG — Kiel.
ZIEGENSPECK, HERMANN — Königsberg i. Pr.

Als Gäste nahmen an der General-Versammlung teil:

BARTSCH, JOH. — Karlsruhe, nebst Gattin.
BRAUER, HEINRICH — Zoppot.
DIELS, Frau — Berlin-Dahlem.
FRÜHAUF, Frl. — Danzig.
HANKWITZ — Danzig-Langfuhr.

HENNEBERG, W. — Kiel, nebst Gattin.
KALKREUTH, P. — Danzig.
KNOCHENHAUER, H. — Danzig.
LUCKS, R. — Danzig.
NIUS, E. — Greifswald.
OGURA, Y. — Tokio.
PEEMÖLLER -- Danzig.
PFEIFFER, Frau — Bremen.
PREUSS, H. — Osnabrück.
REMMERT, M. — Neustadt Wpr.
SCHIMAMURA — Tokio.
SCHROETER, A. — Danzig.
SCHULZ, P. — Danzig.
SCHÖLZEL — Danzig.
TIMM — Zoppot.
TISCHLER, Frau — Kiel.
WEHNER — Bitterfeld.

K. LAKOWITZ,
Präsident.

B. LEISERING,
Schriftführer.

# Rechnungsablage am 31. Dezember 1928.

## Gewinn- und Verlustrechnung.

| Soll | RM. | Pf. | Haben | RM. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|
| Berichte-Konto | 11 868 | 67 | Beitr.-Kto., Reichsmark u. Sorten . 17 787,55 | | |
| Übertrags-Konto, Schlußhefte Bd. 46 | 4 500 | — | Beitr.-Kto., Wertpapiere . . . . 16 119.— | 33 906 | 55 |
| Verwaltungs-Konto | 2 483 | 91 | Effekten-Konto, Zinsen | 1 169 | 65 |
| Effekten-Konto | 909 | — | | | |
| Rücklagen<br>Eiserner Fonds 5 000,—<br>Wertpapiere . . 10 314,62 | 15 314 | 62 | | | |
| | 35 076 | 20 | | 35 076 | 20 |

## Schlußrechnung.

| Vermögen | RM. | Pf. | Lasten | RM. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|
| Postscheck-Konto | 1 016 | 06 | Übertrags-Konto, Schlußhefte Bd. 46 | 4 500 | — |
| Kassen-Konto | 182 | 52 | Effekten-Konto, alte Wertpapiere | 3 461 | 30 |
| Bank-Konto | 1 633 | 65 | Rücklagen<br>Eiserner Fonds 5 000,—<br>Wertpapiere . . 10 314,62 | 15 314 | 62 |
| Sorten-Konto | 1 770 | 79 | | | |
| Effekten-Konto | 18 672 | 90 | | | |
| | 23 275 | 92 | | 23 275 | 92 |

## Sonstiges.

| | | |
|---|---|---|
| Bestand an Lagerbänden der Berichte | | 5 000, – RM. |
| Inventar | 1 413,30 | |
| (abzgl. 25 %) = | 353,30 | 1 060,— „ |
| Stiftung für das KÖHLREUTER-Denkmal (Wertpapiere) | | 33,10 „ |
| RUD.-MARLOTH-Stiftung (Wertpapiere) | | 38,70 „ |
| KARL-HEINZ-THOST-Stiftung (Wertpapiere) | | 104,70 „ |
| | | 6 236,50 RM. |

Berlin-Dahlem, den 14. Juni 1929.

Der Schatzmeister:
(gez.) E. TIEGS.

Geprüft und richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 19. Juni 1929.

(gez.) R. KOLKWITZ. (gez.) R. W. KOLBE.

## Voranschlag für das Jahr 1929.

| Soll | | RM. | Pf. | Haben | RM. | Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Berichte-Konto . . . . . | | 20 000 | — | Beitrags-Konto . . . . . | 18 300 | — |
| Verwaltungs-Konto | | | | Berichte-Konto . . . . . | 8 500 | — |
| Drucksachen . . | 500,— | | | | | |
| Vergütung., Hilfeleistung. u. Ehrungen . . . . | 2 000,— | | | | | |
| Bürobedarf . . . | 400.— | | | | | |
| Porto f. d. Schriftwechsel . . . | 400,— | | | | | |
| Ausgaben für die General-Vers. . | 800,— | | | | | |
| Einrichtung . . . | 200 — | | | | | |
| Verschiedenes . | 1 500,— | | | | | |
| Unvorhergeseh. | 1 000.— | 6 800 | — | | | |
| | | 26 800 | — | | 26 800 | — |

Alle Posten sind übertragbar.

Berlin-Dahlem, den 14. Juni 1929.

Der Schatzmeister:
(gez.) E. Tiegs.

Geprüft und richtig befunden:

Berlin-Dahlem, den 19. Juni 1929.

(gez.) R. Kolkwitz. (gez.) R. W. Kolbe.

# Mitteilungen.

## (I.) K. Lakowitz: Danzigs Anteil an der botanischen Wissenschaft.

(Nach einem Vortrage während der Botanikertagung in Danzig am 6. August 1929.)

Auf zahlreichen Reisen nach verschiedenen Ländern Europas und auch ein wenig darüber hinaus, die ich mit dem von mir geleiteten Westpreußischen Botanisch-Zoologischen Verein in den letzten 25 Jahren unternommen, haben ich und die anderen Danziger Mitreisenden eine uns betrübende Wahrnehmung leider recht oft machen müssen: Erstaunlich groß war die Unkenntnis vieler gebildeter Ausländer über Danzig, selbst über die geographische Lage dieser unserer lieben Vaterstadt. Bin ich doch im Süden z. B. wiederholt gefragt worden, wieviel Monate im Jahre denn die Danziger Bucht eisfrei wäre. Wenn gar im Gedankengange eines gebildeten Südeuropäers die Lage Danzigs von der Küste der Ostsee an die Nordsee verschoben und in einem anderen Falle die Weichsel ganz ernstlich mit der Wolga verwechselt und noch 1925 in einer Stadt Hollands in unserer Gegenwart Danzig als im neuen Staate Polen gelegen genannt wurde, im Sommer 1923 ein Arzt in Bayern, an den ich damals zur Vorbereitung einer Vereinsexkursion nach dem Fichtelgebirge und dem Bayerischen Walde mich gewandt hatte, mir schrieb, es würden von ihnen Fremde gern aufgenommen, nur keine Polen, mit denen wir also verwechselt wurden, und auch noch in jüngster Zeit selbst von amtlichen Stellen im Westen und Süden des Deutschen Reiches auf Postsendungen Danzig als in Polen gelegen angegeben wird, dann muß man sagen und zugeben, daß die Unkenntnis über unseren deutschen Osten, im besonderen über Danzig, tatsächlich betrüblich groß ist — sicherlich oft noch künstlich gesteigert durch böswillige, falsche Meldungen von anderer Seite. Dagegen anzukämpfen, immer wieder, ist die Pflicht eines jeden treuen Danzigers.

Die Teilnehmer an der Danziger Botanikertagung nehmen nun dankenswerter Weise Gelegenheit, unser altes, kerndeutsches Danzig aus eigener persönlicher Anschauung kennen zu lernen.

Und während sie das äußere Antlitz dieser Siedelung in ihrem Stadt- und ihrem Landschaftsbilde schauen, stellt sich gewiß das Bedürfnis ein, über die Betätigung geistiger Regungen der Bewohner dieser Stadt Näheres zu erfahren.

Dem beobachtenden Auge des Fremden drängt sich leicht eine Wahrnehmung auf, die auf einen regen Kunstsinn in dieser alten Hansastadt hinweist. Dafür sprechen in deutlicher Sprache die vielen Erzeugnisse einer hochentwickelten Architektur an unseren herrlichen Giebelhäusern. Aber auch die Regsamkeit auf den verschiedensten Gebieten rein wissenschaftlicher Art ist ein verdientes Ruhmeszeichen Danziger Bürger einst und jetzt und gewiß in der Zukunft.

Hier nun ein paar Charakterzüge wissenschaftlichen Tuns zu zeichnen, sei mir gestattet; und da liegt es nahe, kurze Streiflichter auf den Anteil Danzigs an der botanischen Wissenschaft zu werfen, einem Arbeitsgebiet, das in Danzig seit den frühesten Zeiten einen günstigen Boden findet. Wenn ich als geborener Danziger dabei pro domo spreche, so wolle man mir dies, bitte, nicht verübeln. Schlecht ist ein Mensch, der keine Liebe zur Heimat empfindet. Aber aus der Liebe zur Heimat heraus über der Heimat lobenswertes Wirken und Walten Fernerstehenden einiges zu erzählen, ist etwas Tadelnswertes gewiß nicht.

Nach diesen aus warmem Herzen kommenden einleitenden Worten eile ich zu meinem eigentlichen Vortragsthema; und zwar möchte ich da zunächst einiges über unsere heimatliche Floristik sagen.

Es dürfte allgemein bekannt sein, daß bis tief in das Mittelalter hinein die Pflanzen nur als Träger von Heilkräften bewertet wurden nach Feststellungen vornehmlich aus den Zeiten eines ARISTOTELES, THEOPHRAST, PLINIUS und DIOSKORIDES. Eine Armut in der Kenntnis heimischer Gewächse hatte Platz gegriffen. Und erst die Kräuterbücher von BRUNFELS (1530), LEONHARD FUCHS (1542), HIERONYMUS BOCK (1560), MATTHIAS LOBELIUS (1576), CASPAR BAUHINIUS (1613) lassen den zu begrüßenden Versuch erkennen, in Beschreibung und Abbildung die selbst gesammelte Pflanze als Vorlage hervortreten zu lassen. Diese Forscher machten sich frei vom Zwange der Autoritäten des Altertums, deren Pflanzenbeschreibung bis dahin einfach kritiklos wiederholt und, mit phantastischem Beiwerk versehen, als Produkte der Wissenschaft ausgegeben worden waren, ohne Versuch einer planmäßigen Anordnung. War auch in diesen Kräuterbüchern der Versuch einer bestimmten Anordnung der Pflanzen, ob in alphabetischer

Folge der Namen oder nach Bäumen, Sträuchern, Kräutern recht unzureichend, so geben doch die dort gelieferten Beschreibungen und Abbildungen die Möglichkeit zum Wiedererkennen der dem Verfasser wirklich vorgelegenen Pflanze. Gewisse natürliche Pflanzengruppen wie Umbelliferen, Compositen, Labiaten, Leguminosen, Amentaceen, Coniferen, Farne, Schachtelhalme, Moose, Pilze sind das Ergebnis solcher sich aufdrängenden, vergleichenden Betrachtungen und Erwägungen jener Autoren.

Der Hauptträger dieser aufstrebenden Pflanzenkunde damals war CASPAR BAUHIN (1550—1624). Hinzu kam, daß man bei dem Bestreben vorwiegend heimatliche Pflanzen zu sammeln und zu beschreiben gerade kleinere Gebiete aufmerksam durchforschte. Die Folge waren Veröffentlichungen, die als Lokalfloren zu bezeichnen sind, und bei denen nicht mehr die schwerfälligen, langatmigen, oft mehrere Zeilen füllenden Benennungen der Pflanzen, wie dies im Altertum geschah, beliebt wurden, vielmehr eine kurze prägnante Nomenklatur nach BAUHIN jenen Wortschwall verdrängte.

So schrieb ALBERT MENZEL 1618 eine Flora von Ingolstadt, BAUHIN 1622 eine Flora von Basel, L. JUNGERMANN 1623 eine Flora von Gießen. Und hier in unserem Osten ging die erste systematisch, also wissenschaftlich geordnete Flora aus unserem Danzig hervor. Der einer angesehenen Danziger Familie angehörige Physikus und Professor NIKOLAUS ÖLHAFEN (1604—1643) war der Verfasser dieses Elenchus plantarum circa nobile Borussorum Dantiscum sua sponte nascentium, 1643[1]). Allerdings schon 1590 hatte der Bischof von Pomesanien JOHANN WIGAND in einem größeren Werke über naturwissenschaftliche Gegenstände seiner Heimat einen Abschnitt mit der Aufzählung der heimischen Pflanzen geliefert, leider nur von wenig Wert, da die Namen des Dioskorides auf die heimischen Pflanzen angewandt und infolgedessen zumeist falsch bestimmt waren.

Im ganzen 346 Pflanzen mit ihren Beinamen, Kräften und ihren Standorten gibt ÖLHAFEN in seinem Elenchus an. Ein früher Tod raffte ihn 1643 hin. 1650 erschien noch ein Supplement zu ÖLHAFENs Verzeichnis, herausgegeben von CHRISTIAN MENZEL, und 1656 erfolgte eine neue Auflage des ganzen Werkes durch Dr. LORENZ EICHSTÄDT in Danzig.

---

1) Vgl. H. CONWENTZ, ÖLHAFENs Elenchus plantarum circa Dantiscum nascentium (Schriften der Naturf.-Ges. Danzig 1877, N. F., IV. H. 2).

CONWENTZ, Westpreußische Botaniker der Vergangenheit (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft XXIX. 1911).

ÖLHAFEN kann jedenfalls als erster preußischer Florist mit Recht bezeichnet werden. Sympathisch berührt es, in der Einleitung zu seiner Flora zu lesen, wie er sich darüber beklagt, daß man gerade der heimischen Flora sich zu wenig widmet, dafür das Fremdländische bevorzuge. Mit der Herausgabe seiner Flora will er die Anregung zu gleichen Bemühungen auch in anderen Teilen deutscher Lande geben. So sind denn bald nach ihm entstanden 1652 eine Lokalflora von Braunschweig durch JOH. CHEMNITZ, 1662 eine Flora von Leipzig durch PAUL AMMANN, später eine Flora quasimodogenita, Gedani 1712, von GEORG HELLWING.

In demselben 17. Jahrhundert erschien aus der Feder eines Danzigers, des JACOBUS BREYN (1637—1697), ein umfangreiches botanisches Werk in Folio, unter dem Titel: Exoticarum aliarumque minus cognitarum plantarum centuria prima, Gedani 1678, das zur Erweiterung gründlicher Kenntnisse im Gebiete der Botanik beitrug. Ist es der Hauptsache nach exotischen Pflanzen gewidmet, so enthält es doch eine Reihe heimischer Pflanzen in Schrift und Bild, die auch jetzt noch bei uns vorkommen. Sein Sohn JOHANN PHILIPP BREYN, Arzt in Danzig, gab 1739 eine Ergänzung hierzu und ein Lebensbild des Vaters heraus.

Bemerkenswert ist aus jener fern zurückliegenden Zeit das Interesse und die wissenschaftliche Tätigkeit eines Mannes, der zu den Mitbegründern der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig gehört. Es ist der Danziger Stadtrat THEODOR KLEIN (1685—1759), der an seinem Hause auf Langgarten (existiert nicht mehr) einen botanischen Garten anlegte und dort in seinem Gewächshause die Kaffeepflanze kultivierte und auch zur Fruchtreife brachte. Er schrieb darüber eine Abhandlung: Natürliche Historie des Kaffeebaumes und dessen Anbau in Danzig (Versuche und Abhandlungen der Naturf.-Gesellsch. Danzig, III. Teil, 1756). Proben seiner Kulturen hat KLEIN an den König von Preußen nach Berlin geschickt, und FRIEDRICH DER GROSSE nahm auf seiner Durchreise zur Huldigung nach Königsberg bei THEODOR KLEIN in Danzig Wohnung. Umfangreiche Werke zumeist zoologischen Inhaltes hat KLEIN verfaßt, zugleich aber große Herbarien der von ihm in seinem Garten gezogenen Pflanzen zusammengestellt und sonstige naturwissenschaftliche Sammlungen, darunter auch eine wertvolle Bernsteinsammlung, zustande gebracht. Er galt als ein Mann von ganz umfassenden naturwissenschaftlichen Kenntnissen und wurde wohl gern der PLINIUS von Danzig genannt. Nach ihm hat LINNÉ, mit dem er in Beziehung stand, die Kompositengattung *Kleinia*

benannt, die ich im letzten Frühjahr auf den Kanarischen Inseln, mit ihrer Species neriifolia Haw. als Charakterpflanze der basalen Region dieses Archipels, kennen lernte.

Eine geraume Zeit verstrich, und erst 1764 erschien eine neue Flora von Danzig: Tentamen florae gedanensis methodo sexuali accommodatae von GOTTFRIED REYGER (1704—1788), einem akademisch gebildeten, vielgereisten Danziger Bürger, der als reichbegüterter Privatmann in seiner Vaterstadt lebte und sich wissenschaftlich mit Botanik, Physik und Meteorologie beschäftigte und Jahre hindurch in der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig als deren Sekretär und später als Direktor tätig war. Im Jahre 1766 gab REYGER als Ergänzung einen zweiten Teil zu seiner Flora und 1768 diese Flora in deutscher Sprache heraus unter dem Titel: Die um Danzig wildwachsenden Pflanzen, nach ihren Geschlechtsorganen geordnet und beschrieben. Das LINNÉsche System hatte er sich zu eigen gemacht.

Gleichzeitig mit REYGER lebte in Danzig der praktische Arzt Dr. NATHANAEL MATTHIAS VON WOLF, der sich besonders mit Astronomie, aber auch mit Botanik befaßte und 1776 und 1781 ein Werk schrieb: Genera plantarum vocabulis characteristicis definita, in dem er abweichend von LINNÉ eine andere Namengebung einzuführen versuchte. Nach ihm sollten im Namen der Pflanze deren Haupteigenschaften zum Ausdruck kommen. Dieses sein kompliziertes System wurde von anderen bald abgelehnt.

Wiederum verstrich längere Zeit; da veröffentlichten in den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig nacheinander zwei hervorragende Lokalforscher wertvolle botanische Werke, nämlich der auch an späterer Stelle noch rühmlichst zu nennende Professor ANTON MENGE seinen Catalogus plantarum phanerogamicarum regionis Grudentinensis et Gedanensis, 1839, und der praktische Arzt Dr. KLINSMANN seine Novitia atque defectus florae Gedanensis, 1843, ferner Ergänzungen und Berichtigungen zu diesen Novitiae (1865), endlich Beiträge zu einer Kryptogamenflora Danzigs 1863. Derselbe KLINSMANN veröffentlichte 1855 den Clavis Breyniana oder Schlüssel zu dem oben genannten Werk BREYNs. Er gab ergänzend die in jenem großen Werke fehlenden, systematischen, scharfen Benennungen der Pflanzen nach LINNÉ zur Sicherung ihrer Identifizierung.

Hervorragend wirkte in Danzig als Pilzforscher Professor THEODOR BAIL (geb. 1833, gest. 1922), ein Schüler von Professor FERDINAND COHN in Breslau. Er veröffentlichte wertvolle Arbeiten in den Abhandlungen der Leopoldinisch-Carolinischen

Akademie der Naturforscher in Jena-Halle, in den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft und in den Berichten des Westpreußischen Botanisch-Zoologischen Vereins in Danzig. Zu nennen sind hier: Mykologische Studien über die Entwicklung der *Sphaeria typhina* Pers., 1861; Pilzepizootien der forstverheerenden Raupen, 1869; Über die Hauptgebiete seiner entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten 1867 (in „Hedwigia"). Hinzukommen sonstige zahlreiche floristische, morphologische, biologische Mitteilungen, die hier nicht alle aufgezählt werden können. Daß BAIL zugleich als erfolgreicher Pädagoge es verstanden hat, eine Reihe seiner Schüler des Realgymnasiums zu St. Johann in Danzig für die botanische Wissenschaft nachhaltig zu interessieren, sodaß sie sich der Botanik widmeten und darin wissenschaftlich gearbeitet haben (CONWENTZ, LAKOWITZ, SONNTAG, BRICK, HELLWIG, KUMM), darf nicht unerwähnt bleiben.

Wichtige Ergebnisse zur Erforschung der Flora des unteren Weichselgebietes knüpfen sich an die Namen der beiden Botaniker C. J. VON KLINGGRAEFF und H. VON KLINGGRAEFF. Die „Flora von Preußen" (Ost- und Westpreußen) 1848 und 1854 (Nachtrag) sowie „Die Vegetationsverhältnisse der Provinz Preußen", 1866, des älteren der beiden Brüder und „Der Versuch einer topographischen Flora der Provinz Westpreußen", 1881, „Die Leber- und Laubmoosflora West- und Ostpreußens", 1893, von H. V. KLINGGRAEFF sind hier zu nennen. Die Lichenen Preußens fanden durch Schulrat OHLERT 1870/71 ihre Würdigung („Lichenologische Aphorismen"), die Moose durch Apotheker JANZEN („Jugendformen der Laubmoose und ihre Kultur", „Moosmosaik" und andere kleinere Arbeiten), die Pilzflora unserer Provinz durch zahlreiche Veröffentlichungen (in den Berichten des Westpr. Botanisch-Zoologischen Vereins) des Oberlehrers KAUFFMANN, Elbing. Während 20 Jahre (1875—1895) ausgeführte botanische Exkursionen von Oberlehrer LÜTZOW und deren wissenschaftliche Bearbeitungen in den Berichten des vorstehend genannten Vereins bereicherten nachhaltig die Kenntnis der westpreußischen Flora. Und weitgehende Anregungen zu Beobachtungen ähnlicher Art über den Bezirk der Heimatprovinz hinaus boten die Veröffentlichungen von H. CONWENTZ: „Seltene Waldbäume in Westpreußen", „Die Eibe in Westpreußen", „Das Forstbotanische Merkbuch für Westpreußen" und von A. TREICHEL Aufsätze zur Frage: „Volkstümliches aus der heimischen Pflanzenwelt". Als erfolgreiche Lokalfloristen taten sich hervor der Gymnasialprofessor HERWEG („Flora der Kreise Neustadt und Putzig", 1915), der Rektor KALMUSS („Flora des Kreises Elbing",

1884), der Domherr PREUSCHOFF („Flora des Weichsel-Nogat-Deltas", 1884) und J. B. SCHOLZ („Die Pflanzengenossenschaften Westpreußens", 1905).

Mehr anatomischen Studien widmeten sich mit ihren Arbeiten Dr. GIESSWALD („Über den Hemmungsprozeß in der Antherenbildung", 1858), Dr. BRICK („Beiträge zur Biologie und vergleichenden Anatomie der baltischen Strandpflanzen", 1888), Dr. SONNTAG („Mechanische Zweckmäßigkeiten im Bau der Äste unserer Nadelhölzer", 1902/03).

Soweit die Botaniker Danzigs aus der ferneren und näheren Vergangenheit. Und die Gegenwart steht nicht zurück hinter der werktätigen Vergangenheit. Fleißig ist und wird gearbeitet. Botanische Veröffentlichungen in großer Zahl und Wertigkeit legen davon Zeugnis ab. Teils sind sie in den Berichten des Westpreußischen Botanisch-Zoologischen Vereins und in den Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig, teils als Sonderpublikationen erschienen — Arbeiten über Serum-Diagnostik im Pflanzenreich von GOHLKE, zur Flora der Landkreise Berent und Danzig von KALKREUTH, zur Algenflora der Danziger Bucht und der gesamten Ostsee von LAKOWITZ, zur Flora der Frischen Nehrung von TR. MÜLLER, zur Entwicklungsgeschichte der westpreußischen Pflanzendecke von H. PREUSS, zur Diatomeenflora von P. SCHULZ, zur Pflanzengeographie Nordostdeutschlands und über die Vegetationsverhältnisse ostdeutscher Moore von WANGERIN, zur Gehölzkunde und zur Pflege der Alpenpflanzen in heimischen Anlagen von WOCKE, botanische Studien verschiedener Art von ELISABETH LEMKE, von LAKOWITZ und LUCKS und vieles andere, das hier im einzelnen gar nicht aufgezählt werden kann. Auch die Zukunft wird Ersprießliches leisten, das hoffen wir.

## II.

Mit der Kulturgeschichte der Bewohner des preußischen Ostseegestades und auch darüber hinaus ist untrennbar verbunden, seit den ältesten Zeiten, das wertvolle heimische Naturprodukt, der Ostseebernstein oder Succinit. Sein Studium stellt ein wichtiges Teilgebiet der botanischen Wissenschaft dar, im Bereiche phytopaläontologischer Forschung. Reizvoll ist dieses Studium, hat es doch zum Gegenstand organische Reste der Vorwelt in schönster Erhaltung bis in die feinsten anatomischen Einzelheiten hinein. Und ist dieses Ostseekleinod als Handelsware, als Tauschartikel, lange vor dem Beginn menschlicher Geschichte bei fast

allen Völkern der Erde hoch geschätzt, sind seine organischen Einschlüsse seit dem Altertum viel bewundert, so war und blieb lange Zeit hindurch seine Genesis, von Mythe und Sage umwoben, ein großes Geheimnis der Natur. In der kleinen Schrift von F. S. BOCK, „Versuch einer kurzen Naturgeschichte des preußischen Bernsteins und einer neuen wahrscheinlichen Erklärung seines Ursprunges“ (1767), wird dieses Auf und Ab der Meinungen anschaulich geschildert. Auch wird da an die altgriechische Fabel erinnert, nach der die Schwestern des Phaëton, weil sie den jämmerlichen Tod ihres Bruders beweinten, in Pappelbäume und ihre reichlichen Tränen in Bernstein verwandelt wurden, den diese Bäume nun alle Jahre in den Fluß Eridanus ausschütten. Dieser Eridanus sei nach den einen der Po, nach anderen der Fluß Rhodanus in Spanien, nach anderen mutmaßlich die Radaune oder Rodane, die sich bei Danzig in die Mottlau ergießt und weiter mit der Weichsel sich vereinigt, demnach dem Geburtsort des Bernsteins, der Ostsee, näher sei.

Bemerkenswert ist, daß bereits ARISTOTELES, PLINIUS, TACITUS dem Bernstein vegetabilischen Ursprung zusprachen. Diese Ansicht gewann aber keine allgemeine Geltung. Man verlor sich in allerlei unhaltbare Spekulationen, die bis über das Mittelalter hinaus fortgeführt wurden. Eine annähernd richtige Vorstellung von der Entstehung des Bernsteins fehlte selbst noch den bedeutenden Naturforschern LINNÉ und BUFFON. Da waren es im 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts LOMONOSSOFF[1]), BOCK[2]) und STRUVE[3]), die wieder für die von den alten Schriftstellern gegebene Erklärung eintreten. BOCK vermutet den Bernstein direkt als das Harz vorweltlicher Bäume, während man bisher immer die heutigen Nadelbäume für die Stammpflanzen des Succinits ansah. WREDE[4]) und SCHWEIGGER[5]) erklären als Erste den Ostseebernstein als ein Produkt fossiler Bäume, weil die

---

1) LOMONOSSOFF, De generatione metallorum a terrae motu. Festrede in der Akademie der Wissenschaften zu Petersburg vom 6./17. September 1757. Darin wird der Bernstein mit erwähnt.

2) BOCK, Versuch einer kurzen Naturgeschichte des Bernsteins. Königsberg 1767.

3) v. STRUVE, Einige Worte über den Bernstein der Ostsee. Frankfurt a. M. 1811.

4) WREDE, Mineralogisch-geognostische Bemerkungen über Samland. 1811.

5) SCHWEIGGER, Bemerkungen über den Bernstein, als Anhang zu „Beobachtungen auf naturhistorischen Reisen“. 1819.

Fremdartigkeit vieler im Bernstein eingeschlossener Insekten diese Behauptung fordert.

Zu den verdienstvollsten, aufklärenden Bernsteinforschern aber gehören gerade Danziger Forscher, zunächst der Danziger Arzt und langjährige Direktor der Naturforschenden Gesellschaft Dr. BERENDT zu Danzig. Die in seiner reichen Bernsteinsammlung enthaltenen und ihm von anderer Seite noch zugesandten hierher gehörigen Hölzer hielt er für am nächsten stehend der jetzt lebenden Rotfichte. Das war im Jahre 1830. Bald darauf hat dann ein anderer Danziger Naturforscher, JOHANN CHRISTIAN AYCKE[1]), an von ihm eigens hergestellten Dünnschliffen bzw. Dünnschnitten durch das Bernsteinholz dessen Zellgewebe, die mit Harz erfüllten und mit Hoftüpfeln ausgestatteten Tracheiden, diese unter dem Mikroskop in 160facher Vergrößerung, studiert, und er kommt zu der sicheren Ansicht, daß irgend eine oder mehrere *Pinus*-Arten, vielleicht in erkranktem Zustande ihres Holzkörpers, den Succinit erzeugt und angesammelt haben. Dies auf Grund technisch gut vorbereiteter anatomischer Studien erzielte Ergebnis macht AYCKE zum Entdecker der Stammpflanzen des Succinits. In dem großen, in zwei Bänden in Folio 1845—56 erschienenen Werk: „Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt“ von BERENDT und einer Reihe von Mitarbeitern hat dann GÖPPERT den Bernsteinbaum näher beschrieben, mit dem Namen *Pinites succinifer* wissenschaftlich belegt und den Succinit als von dieser einen vorweltlichen Baumart abstammend bezeichnet, nachdem er bereits 1836 hervorgehoben hatte (POGGENDORFFs Annalen 38. Bd.), daß der Bernstein ein Harz vorweltlicher Coniferen sein müsse. — Die s. Zt. von AYCKE richtig gedeutete, pathologische Beschaffenheit der Bernsteinholzreste war von GÖPPERT nicht berücksichtigt worden, worauf später von anderer Seite als wichtig aufmerksam gemacht worden ist.

Eine viel umfangreichere Sammlung schöner Bernsteinstücke mit Einschlüssen hatte seitdem ein anderer Danziger Naturforscher, der Professor ANTON MENGE (1808—80), zusammengebracht. Eine Bereicherung der Kenntnis der Bernsteinflora ging daraus hervor. Auch MENGEs Mitarbeiter in der wissenschaftlichen Auswertung seiner Sammlung wurde Professor GÖPPERT in Breslau. GÖPPERT lieferte eine Übersicht über die in MENGEs Sammlung enthaltenen Pflanzenreste unter dem Titel „Über die Bernsteinflora“ (1853 [Monatsberichte der Akademie der Wissenschaften Berlin]) und

---

1) AYCKE, Fragmente zur Naturgeschichte des Bernsteins. Danzig 1835.

MENGE selbst einen „Beitrag zur Bernsteinflora", Danzig 1858 (in Neueste Schriften der Naturforschenden Gesellschaft, VI. Bd., 1. Heft), worin er 5 verschiedene Blütenpflanzen beschrieben hat.

Wichtiger wurde die Veröffentlichung des ersten Bandes der „Flora des Bernsteins" von GÖPPERT und MENGE unter dem Sondertitel: „Von den Bernstein-Coniferen, insbesondere auch in ihren Beziehungen zu den Coniferen der Gegenwart" im Jahre 1883. Hatte GÖPPERT 1853 in seiner kurzen „Bernsteinflora" in den Monatsberichten der Berliner Akademie statt der oben bereits genannten einen Species nunmehr deren acht als Bernsteinharzlieferanten aufgestellt, so reduzierte er diese Anzahl 1883 auf fünf Abietaceen und eine Taxacee.

Da griff unser Danziger Naturforscher HUGO CONWENTZ ein und widmete sich nach dem Tode MENGEs (1880) und GÖPPERTs (1884) dem vergleichenden Studium der vegetabilischen Reste des Bernsteins mit großem Erfolge. Er übernahm die Fortsetzung des genannten Bernsteinwerkes von GÖPPERT und MENGE. Finanziell wurde diese umfangreiche Veröffentlichung durch die Naturforschende Gesellschaft zu Danzig sichergestellt. CONWENTZ ließ die Bearbeitung der „Angiospermen" als zweiten Band jenes Bernsteinwerkes 1886 folgen.

Im Gegensatz zu seinen Vorgängern machte CONWENTZ eine begrenzende Auslese aus den schlechtweg als Bernstein bisher bezeichneten fossilen Harzen, zu denen der „Beckerit", der „Gedanit", der „Simetit", der „Stantienit", der „Succinit" u. a. m. gehören. Ausschließlich den Succinit (durch seinen hohen, 3—8 % betragenden Gehalt an Bernsteinsäure gut charakterisiert), d. h. den Ostseebernstein allein, zog er in Betracht — eine wichtige klärende Maßnahme —, „um den einheitlichen Charakter des zu erwartenden Vegetationsbildes zu wahren". Der Ort der Herkunft des Succinits dürfte ausnahmslos die Küste der bekannten Provinzen Ostpreußen und Westpreußen sein. Benutzt wurden die BERENDTsche Sammlung, die inzwischen in den Besitz des Mineralogischen Museums der Universität Berlin übergegangen war, ferner viele Privatsammlungen, die reichen Vorräte der bekannten Danziger Bernsteinverarbeitungsfabrik, der Firma PFANNENSCHMIDT. Die meisten Originale lieferte das Westpreußische Provinzialmuseum in Danzig, dessen Bernsteinsammlung vorwiegend von Professor MENGE herrührt. Die Originale zu den von CASPARY-Königsberg in vorläufigen Mitteilungen genannten Angiospermen wurden C. leider nicht zugänglich gemacht. 170 Species in 92 Gattungen aus

43 Familien der Angiospermen sind von CONWENTZ in dem genannten Werke beschrieben und auf 13 Tafeln mustergültig abgebildet und dadurch ein bisher unerreicht stattliches Pflanzeninventar des Ostseebernsteins veröffentlicht worden.

Vier Jahre später, also 1890, folgte die „Monographie der Baltischen Bernsteinbäume“ von CONWENTZ. Diese Arbeit ist unabhängig von der wiederholt genannten „Flora des Bernsteins“ von GÖPPERT und MENGE als besondere Monographie erschienen. Sie wurde veranlaßt infolge von Wahrnehmungen beim Studium parasitischer und saprophytischer Pilze in vielen Ostseebernsteinhölzern, die eigenartige Zersetzungserscheinungen zeigten. So wurden Krankheitserscheinungen der baltischen Bernsteinbäume, die Vegetationsorgane und Blüten dieser Coniferen und das in ihnen erzeugte Harz Gegenstand eingehender Studien. Schon 1886 hatte CONWENTZ in einer vorläufigen Mitteilung („Die Bernsteinfichte“ in Bd. IV der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft) darauf hingewiesen, daß die von GÖPPERT 1883 aufgestellten, verschiedenen Bernsteinholzspecies unhaltbar seien, daher die im Succinit vorkommenden Holzreste spezifisch nicht unterschieden werden könnten. Aus GÖPPERTs *Pinites succinifer*, *stroboides*, *Mengeanus*, *radiosus*, *anomalus* und *Physematopitys succineus* und seiner eigenen Species *Picea succinifera* machte jetzt CONWENTZ als Sammelspecies für die baltischen Bernsteinbäume *Pinus* (im weiteren Sinne) *succinifera* Conw. Die Untersuchung von Holz, Blättern, Blüten lieferte nach seiner Überzeugung keinen Anhalt zur Lösung der Frage, „ob der Succinit von Bäumen der Gattung *Pinus* L. (Link emend.) oder von *Picea* Link und in ersterem Falle, ob er von zwei- oder fünfnadeligen Kiefern stammt“. Ein abgeschlossenes Charakterbild sei noch nicht möglich, auch muß die Frage noch unbeantwortet bleiben, wieviel Baumarten etwa das Harz geliefert haben. Vier Kiefernarten als Succinitbildner sind wahrscheinlich, aber keine steht unserer jetzt lebenden *Pinus silvestris* L. nahe. Die gut erhaltenen Reste von Coniferennadeln im Succinit führten zur Aufstellung einer *Pinus silvatica* Conw., die an gewisse nordamerikanische Arten erinnert, einer *Pinus baltica* Conw., die an die japanische Rotkiefer (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.), ferner *Pinus cembrifolia* (Casp.) Conw., die an die Arve und an das japanische Knieholz (*Pinus parviflora*) und schließlich *Pinus banksianoides* (G. et M.) Conw., die an die nordamerikanische *P. Banksiana* erinnert. Dazu kommt noch die Fichtenart *Picea Engleri* Conw., die der *P. ajanensis* Fisch. aus dem Amurgebiet und von Jezo ähnelt. Diese Baumarten bildeten sicher nicht einen gemischten Wald,

lebten vielmehr voneinander gesondert in verschiedenen Regionen des Bernsteinlandes im Gebiet der heutigen Ostsee.

Die Abstammung des Succinits Helm & Conw. (Ostseebernstein) von *Pinus succinifera* Conw. als Sammelspecies und die Bildungsweise des fossilen Harzes in verschiedenen Teilen dieser Bäume ist durch CONWENTZ sichergestellt, während die physikalischen und chemischen Eigenschaften durch andere Danziger Forscher, wie Dr. HELM und Dr. DAHMS, eingehend untersucht worden sind.

Diese baltischen Bernsteinbäume haben die Hauptmasse des baltischen Bernsteins, d. h. den Succinit im engeren Sinne, geliefert. CONWENTZ führt uns im Geiste in jene fern zurückliegenden Bernsteinwälder. Da haben wir an Urwaldgebiete zu denken, in denen einst, gerade so wie in der Jetztzeit, alle in Rede stehenden Nadelbäume stark beschädigt sind durch Pilze, durch Insekten, durch atmosphärische und andere Einflüsse und infolgedessen in erhöhtem Maße zu reichlichem Harzerguß veranlaßt wurden. Sicher ist nach C.s eingehenden mikroskopischen Untersuchungen eben, daß „die Bernsteinbäume in einem Zustand starker Zersetzung und abnormer Holzbildung sich befunden haben, ähnlich wie es gegenwärtig in allen echten Urwäldern der Fall ist.

Bezüglich des geologischen Alters der baltischen Bernsteinbäume endlich steht nunmehr fest auf Grund der erwähnten Forschungen Danziger Gelehrter, daß die marinen Schichten, in denen der Succinit noch immer gewonnen wird, dem Unteroligocän angehören. Daraus folgt, daß die den Succinit liefernden Nadelbäume selbst — verwandt mit Kiefern und daneben mit Fichten — in einer etwas älteren Erdperiode, demnach höchstwahrscheinlich im ältesten Tertiär, d. h. im Eocän, gelebt haben. Und die gewaltigen Bernsteinurwälder des Ostseegebietes standen auf den Trümmerresten der vorangegangenen Erdepoche, d. h. auf denen der jüngsten Kreideschichten, die im südlichen Ostseegebiet und in dessen Randzonen den festen Untergrund bilden.

Fassen wir zusammen, so können wir sagen, daß die Genesis des Ostseebernsteins, dieses pflanzlichen Naturproduktes von hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung vornehmlich für den Osten Europas, heute nicht mehr ein Geheimnis der Natur darstellt. Seine Herkunft von bestimmten Nadelholzgattungen der ältesten Tertiärepoche der Erde ist endgültig erwiesen. Diese Feststellungen, die in das Gebiet der wissenschaftlichen Botanik tief eingreifen, aber verdanken wir vorwiegend Danziger Naturforschern älterer und jüngerer Zeit. Und ist dadurch dieses spezielle Wissensgebiet gewiß noch

nicht erschöpft, so kommt unsern heimischen Forschern zugleich das Verdienst zu, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf ein wissenschaftlich und praktisch überaus wichtiges Naturobjekt hingelenkt und die Forscher zu weiteren einschlägigen Spezialuntersuchungen angeregt zu haben.

## III.

Wurde im Vorangehenden der Anteil Danzigs an einer wichtigen Teilarbeit botanischer Wissenschaft, an der Klärung der Frage nach der Entstehung eines theoretisch und praktisch wichtigen Naturkörpers, des Bernsteins, näher beleuchtet, so darf zum Schluß meiner Darlegungen eine fruchtbringende Bestrebung nicht unerwähnt bleiben, die, von mehr gefühlsmäßigen Regungen ausgehend und geleitet, im weiteren Verfolg ein wichtiges Rüstzeug botanischer Forschung wird, und die ihren Ausgangspunkt für Deutschland von Danzig aus genommen hat. Ich meine die Pflege der Naturdenkmäler, im besonderen der pflanzlichen, und ich denke an den Vater der Naturdenkmalpflege in Deutschland, an unseren Professor HUGO CONWENTZ, ein Danziger Kind.

Wie eng verbunden die wissenschaftliche Botanik mit der Naturdenkmalpflege ist, das hat DIELS in seiner Schrift: „Naturdenkmalpflege und wissenschaftliche Botanik", 1914 (Heft 6 der von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege herausgegebenen Vorträge und Aufsätze), überzeugend nachgewiesen. DIELS hat gezeigt, wie in allen Zweigen der Botanik, so bei der experimentellen Behandlung botanischer Fragen, in der Organographie, in der Physiologie, in der Formbildungs- und Vererbungskunde, in der Ökologie und Geographie der Pflanzen und auch sonst die Forschung, in unserem Falle die botanische, neben dem Herbarium, dem Garten und dem Laboratorium das Naturschutzgebiet, die Erhaltung der ursprünglichen Natur in möglichst ausgedehnten Bezirken verlangt, um die zu untersuchenden Einzelobjekte unter natürlichen, in keiner Weise künstlich vom Menschen beeinflußten Verhältnissen studieren zu können. Die sich selbst überlassenen, genügend großen Gebiete eines Waldes, einer Heide, eines Moores, einer Düne, eines Flußtales sind in ihrer urwüchsigen Beschaffenheit allein geeignete Unterlagen für botanische Forschung irgendwelcher Art. Der Schutz der Natur ist also ein Erfordernis für das Gedeihen der botanischen Forschung, der Botanik in allen ihren Teilgebieten.

Begrüßen wir als Botaniker den Naturschutz, und freuen wir uns über die sichtbare, volkstümliche Ausbreitung des Naturschutzgedankens, so werden wir auch gern dankbar sein den Männern,

die diesen Gedanken tatsächlich zur Tat ausgestaltet haben. Und auch da darf ich mit Genugtuung meiner Vaterstadt rühmlichst gedenken. Denn wenn einst — es war am 30. März 1898 — im preußischen Landtage der Abgeordnete WETEKAMP, übrigens ein Studienfreund und Bundesbruder von mir und von CONWENTZ, bei der Besprechung des Etats der Unterrichtsverwaltung die Anregung aussprach, es möchten Mittel auch „zur Erhaltung der Denkmäler der Entwicklungsgeschichte der Natur" bereitgestellt werden, wobei er Zustimmung vom Regierungsvertreter fand, so war es doch unser HUGO CONWENTZ, der, wie ich vermute, Herrn WETEKAMP zu seinem Vorstoß im Landtage veranlaßt hat, doch nun der richtige Mann, das Eisen zu schmieden, da es eben heiß war, und zwar mit großem Erfolge. Unverdrossen ging CONWENTZ ans Werk. Die Bestandsaufnahme von Naturobjekten bemerkenswerter Art in der engeren Heimat Westpreußen, die in dem „Forstbotanischen Merkbuch" für diese Provinz zur anregenden Veröffentlichung gelangte (1910) und bald Nachfolge fand in den übrigen Provinzen des preußischen Staates, seine schon 1895 veröffentlichten „Beobachtungen über seltene Waldbäume in Westpreußen" waren das erste Ergebnis seiner zielbewußten Bemühungen. Weiter durch Vorträge, z. B. über „Schutz der Denkmäler der Natur" (1900) und „Schutz der natürlichen Landschaft, ihrer Tier- und Pflanzenwelt" (1904) in der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig, seiner Vaterstadt, trug C. seine Anregung in weitere Kreise der Bevölkerung, zunächst in unserem Osten, bald auch weiter in andere Teile Preußens und des Reiches. Vor allem aber seine Denkschrift für die Unterrichtsverwaltung in Preußen: „Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung" (1904) führte zu einem aussichtsvollen Resultat. Denn in dem Staatshaushalt Preußens für das Jahr 1906 wurden Mittel zur Förderung des Interesses an der Erhaltung der Naturdenkmäler bewilligt und eine Staatliche Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen eingerichtet, zunächst mit dem Sitz in Danzig; der Direktor des Westpreußischen Provinzialmuseums in Danzig, Prof. Dr. HUGO CONWENTZ, wurde als Staatlicher Kommissar zum Verwalter des neugeschaffenen Amtes bestellt.

So ist das Jahr 1929 ein Jubiläumsjahr für die Naturdenkmalpflege in Preußen und in Danzig geworden. Dessen ist nun auch offiziell gedacht worden infolge meines Hinweises bei der Botanikerversammlung Anfang August d. J. in Danzig und in Danziger Tagesblättern eben auf die maßgebend und entscheidend gewordene Druckschrift C.s vom Jahre 1904, sowohl bei dem Empfange der Botaniker im August d. J. im Artushof durch den Senat der Freien

Stadt Danzig wie auch im Anschluß an einen Vortrag von Prof. SCHOENICHEN, dem Nachfolger C.s in Berlin, bei der Eröffnung der diesjährigen deutschkundlichen Woche im Oktober d. J. in Danzig, zugleich durch die Anbringung einer Erinnerungstafel am Museum für Naturkunde, der einstmaligen Arbeitsstätte des 1922 verstorbenen Professors CONWENTZ. Weitere Gedächtnisfeiern werden in Berlin 1930 zur Erinnerung an die 75jährige Wiederkehr des Geburtstages C.s erfolgen.

Zu den Aufgaben dieser Staatlichen Stelle für die Naturdenkmalpflege gehört seitdem nach dem Erlaß des Ministers vom 22. Oktober 1906 insbesondere die Ermittelung, Erforschung und die dauernde Beobachtung der in Preußen vorkommenden Naturdenkmäler sowie die Erwägung der zu ihrem Schutze geeigneten Maßnahmen und die Anregung der Beteiligten zur ordnungsmäßigen Erhaltung gefährdeter Naturdenkmäler. Die Beschaffung der hierzu notwendigen Mittel ist in erster Reihe Sache der Besitzer und der Kommunalverbände. Ein Naturdenkmal ist ein Naturkörper, der durch irgendeine Eigentümlichkeit als bemerkenswert zu bezeichnen wäre, wobei eine Reihe von Faktoren entscheidend ist, und diese Entscheidung von Fall zu Fall ist stets nur nach Lage der Verhältnisse zu treffen.

Das hervorragend organisatorische Talent unseres CONWENTZ schuf Komitees in den Provinzen, durch die ein Netz von Beobachtungs- und Stoffsammelstellen über den ganzen Staat Preußen ausgebreitet wurde. Veröffentlichungen, wie die noch laufenden „Beiträge zur Naturdenkmalpflege“, und Vorträge und Aufsätze unter dem Gesamttitel „Naturdenkmäler“ wurden und werden noch veröffentlicht. Alljährliche Konferenzen, d. h. Zusammenkünfte der Geschäftsführer der einzelnen Provinzialkomitees zur Naturdenkmalpflege gaben und geben stetig erneute Anregungen und Vorschläge, um den Gedanken der Pflege der Naturdenkmäler in allen Bevölkerungsschichten, auch im außerdeutschen Auslande, erfolgreich zu propagieren und in der Volksseele zu verankern.

Im Jahre 1910 siedelte CONWENTZ nach Berlin über, in rastloser Tätigkeit weiterschaffend bis zu seinem Tode im Mai 1922. Das von unserem als Forscher und Mensch geschätzten Landsmann begründete Werk gedeiht nun unter der Leitung von Professor SCHOENICHEN in Berlin in schönster Weise weiter und in unserem engeren Heimatgebiet Danzig unter der Führung eines Freistaatlichen Kommissars mit Unterstützung interessierter Vereine und der Arbeitsgemeinschaft für Naturschutz, Landschafts- und Forstschutz in Danzig, dem Stammlande des Naturschutzgedankens.

Auch unser kleines Freistaatgebiet besitzt gesicherte Naturschutzstätten von Wichtigkeit in der Nähe Danzigs. Die Manen unseres CONWENTZ sind bei uns dauernd fördernd am Werk. Möge es immer so bleiben und erfolgreich sich auswirken. —

Überschauen wir das Ganze, so ergibt sich daraus Folgendes:

Floristische, pflanzengeographische, nebenher auch allgemein biologische und pflanzenanatomische Studien, die Erforschung des Ostseebernsteins als eines vegetabilischen Naturproduktes, edle Naturdenkmalpflege auf ethischer wie wissenschaftlicher Grundlage sind die Gebiete, auf denen Danzig seinen Anteil an der botanischen Wissenschaft genommen hat. Die erzielten Ergebnisse sind nicht gering, in der wissenschaftlichen Umwelt haben sie Anerkennung gefunden. Und dieses Alles haben die Forscher geleistet, ganz auf sich selbst gestellt, ohne besondere heimische, wissenschaftliche Institute, in hingebender Arbeit und mit Darbringung so mancher eigener materieller Opfer. Möge solcher werktätiger Idealismus auch in der Zukunft lebendig sein und bleiben.

---

## (2.) G. Tischler: Verknüpfungsversuche von Zytologie und Systematik bei den Blütenpflanzen.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

(Vortrag, gehalten auf der Generalversammlung in Danzig am 6. August 1929.)

Es läßt sich nicht verkennen, daß gegenüber der Begeisterung, mit der die „Entwicklungsmechaniker" die Formbildungsprobleme für prinzipiell beherrschbar erklärten, in der Gegenwart sich immer mehr die früher bereits selbstverständlich gewesene Auffassung durchsetzt, nach der die „Geschichte" der Pflanze, ihre Phylogenie, uns weit mehr über das Charakteristische ihrer Organbildungen aussagen könnte als die Kunst des Experimentators. In dem Maße, in dem die neuere Genetik die „spezifische Struktur" der Pflanze in ihrem Genbestande zu analysieren versteht, wächst wohl auch die Freude für die historische Problemstellung überhaupt, denn die Lehre von dem Vorhandensein, der Kombination und der Veränderung der Gene im Zellkern sowie deren eventueller analoger Einheiten im Plasma bedeutet eben letzthin den Versuch, die Phylogenie einer Spezies, einer Gattung, einer Familie oder noch höheren Reihe zurückgeführt auf das Wesentliche der idioplasmatischen Bestandteile, kennenzulernen.

Wenn wir uns nur stets dessen bewußt bleiben, daß jede von uns als „Norm" angesehene Organbildung modifikabel ist und von den Entwicklungsmechanikern in ihrem Phänotyp weitgehend umgestaltet werden kann, dann braucht der wenig erbauliche Streit sich nicht zu wiederholen, den um die Jahrhundertwende die HAECKEL-Schule mit Forschern vom Range eines DRIESCH auskämpfte. Und wenn einer der hervorragendsten Botaniker der Gegenwart dem Gedanken Ausdruck gegeben hat, es sei eines der wertvollsten Ergebnisse neuzeitlicher Biologie, daß die großen „Stammbäume" jetzt unmöglich geworden seien, mit denen die frühere Generation oft so leichthin operierte, so sei es mir erlaubt, an solch phylogenetischem Zweifel selbst wieder zu zweifeln. Wir müssen uns nur darüber klar sein, daß wir mit TSCHULOK (1922 p. 182) unsere Stammbäume auf „begrifflicher", nicht, wie in der Genealogie, auf „urkundlicher" Grundlage aufstellen. Und selbstverständlich müssen wir die naive Auffassung fallen lassen, als ob gegenwärtige „Arten", „Gattungen" oder „Familien" unmittelbare Aszendenten anderer am Stammbaum höher ein-

gezeichneter Einheiten sein könnten. Solange wir mit einer Deszendenzlehre rechnen, die, wie REINKE sich des öfteren ausdrückte (s. dagegen aber TSCHULOK l. c. p. 283 ff.), für unser zeitgenössisches Denken fast axiomatisch geworden ist, solange werden wir auch, sofern wir uns nur etwas über die Spezialprobleme einer Ontogenese erheben, uns immer wieder nach den historischen Zusammenhangsmöglichkeiten fragen, die zwischen den jetzt getrennten Arten, Gattungen oder Familien bestehen.

Der Weg, der zu vollem chemischen Verständnis des letzten Aufbaues der Erbeinheiten hinführt, der ihre Lokalisation in der Zelle klarlegt, und der ihr Zusammenwirken mit den Außenfaktoren bei der Organbildung begreifbar macht und damit auf das den eigentlichen „Systematikern" vorbehaltene Arbeitsgebiet, die „vergleichende Morphologie", hinführt, dieser Weg ist noch nicht weit betreten worden. Er liegt nachtdunkel vor uns, und nur wie mit einem Scheinwerfer, und dabei dann vielleicht im einzelnen phantastisch verzerrt, sehen wir auf einzelne Stücke der Straße, auf der, wie wir hoffen dürfen, die späteren Generationen einmal bequem wandeln werden. Man kann heute nicht einmal sagen, daß alle Morphologen, ihn zu begehen, sehnlichst wünschen. Der „Historismus", der nach unserer Meinung mit der von uns skizzierten Arbeitsrichtung untrennbar verbunden ist, wird als störend empfunden. TROLL (1929) hat vor kurzem in einem geistvollen Aufsatz mit ALEX. BRAUN gefragt, ob denn bei gleicher Kristallisationsfähigkeit des NaCl in Würfeln von einem Entstehen des einen Würfels aus dem anderen gesprochen werden dürfe, und ob der „Urwürfel" des Kochsalzes den hypothetischen Ahnen von ähnlichen, aber spezifisch verschiedenen Individuen ersetzen könne. „So könnte man auch im Gebiete des Organischen eine gleiche Art des Ursprungs typisch übereinstimmender Formen sich denken ohne äußeren Zusammenhang der Entwicklung." Denkmöglich wäre das freilich. Aber bei der Kompliziertheit der organischen Formen wäre eine Wiederholung genau der gleichen Formen und ihrer gegenseitigen Verknüpfung in einem Organismus gerade so unwahrscheinlich, wie es in v. NÄGELIs (1884 p. 293) berühmtem „Zwergenmärchen" unwahrscheinlich war, eine Ergänzung eines Reimes typischer Form mehr als einmal zu finden.

Durch das Suchen nach „gar nicht konvergierenden" Reaktionen hat ja die moderne Serologie der MEZschen Schule ein eminent historisch bedingtes Moment zu finden gemeint und fühlt sich damit anderen vergleichenden Methoden überlegen. Und wenn auch die volle Ausschließlichkeit des Nichtkonvergierenkönnens von

den Gegnern genannter Schule wie selbst von freundlich gesinnten Kritikern, z. B. meinem Schüler MORITZ (1929), in Frage gestellt wird: ein hoher Grad der anzustrebenden „Einmaligkeit des Geschehens“ liegt hier sicherlich vor. Und manche voreilige Kritik wird anscheinend, als hervorgegangen aus fehlerhafter Experimentierkunst, verstummen müssen. Halten wir daran fest, daß zum mindesten Einmaligkeit des Geschehens bei der Art- und Organbildung im Organischen anders als im Unorganischen erschlossen werden kann.

Der „Gestaltstypus“, den TROLL als „übergeordnetes Prinzip“ bei der Ausbildung der Organe zu erkennen glaubt, läßt sich weder rein physikalisch-chemisch analysieren, noch darf er historisch betrachtet werden. Das mag für einzelne Organe zutreffen, nach meinem Dafürhalten aber nie und nimmer für die ganzen Organismen. Eine „Systematik“ der leblosen Körper kann natürlich sein und dabei unhistorisch gedacht werden, eine Systematik der lebenden kann ohne historische Problematik zwar sinnvoll, aber nie natürlich sein. Hier bekenne ich mich, und wohl mit den meisten Systematikern, ganz im Sinne STRASBURGERs, den TROLL deswegen zu tadeln scheint, zum „Historismus“.

Die Berücksichtigung des Gesamtorganismus, und nicht nur einseitiger Organtypen, die bei vergleichender Betrachtung sowohl als progressive, wie als retrogressive, wie als degressive angesehen werden könnten, wird schließlich meist zum Ziele der „richtigen“ phylogenetischen Einordnung führen. Sie wird uns auch davor bewahren, die heute zur Debatte stehenden Merkmale über Gebühr zu werten und die sonstigen zu unterschätzen. Es kann also keinesfalls in Frage kommen, aus vergleichend-zytologischem Studium heraus die paläontologischen, organographischen, anatomischen, phytochemischen, serologischen und geographischen Studien geringer zu achten. Nur sofern Koinzidenz mit allen Methoden erreicht ist, erscheint die Einordnung absolut gesichert. Ist das nicht der Fall, so wird eine freilich subjektiv bleibende Abschätzung der Merkmale nötig werden. Und auch hier wird das eine Mal der einen Methode, das andere Mal einer anderen der Vortritt einzuräumen sein.

Zusammenhänge der Zytologie und natürlicher Systematik haben wir heute zu suchen, d. h Zusammenhänge zwischen den spezifisch geformten Eigentümlichkeiten resp. Bestandteilen der Zellen und den Wahrscheinlichkeiten ihrer phylogenetischen Verknüpfung. Am geeignetsten scheinen sich von vornherein außer den noch von der vergleichenden Anatomie zu behandelnden Zell-

formen, bei denen es mehr auf die tote Zellhaut als auf den lebenden Zellinhalt ankommt, die Besonderheiten zu erweisen, die wir an den Zellen der Gametophyten beobachten. Sie dürften meist den Umweltfaktoren entrückter sein als die Zellen des Soma.

Für die Gymnospermen besitzen wir in dem Buche von SCHÜRHOFF (1926) eine gute Zusammenfassung. Auch die Arbeit von ZIEGENSPECK (1927) wäre hier zu nennen. In der Gegenwart bestehen, soweit ich sehe, keine ernsteren Bedenken in der phylogenetischen Abschätzung außer bei gewissen Merkmalen, die wir auch bei den Angiospermen zu diskutieren haben.

Für die Angiospermen haben wir kaum eine einheitliche Beurteilung. Wir wollen deshalb die Einzelmerkmale aufführen, die den Hauptgegenstand der phylogenetischen Diskussionen bilden.

Es kommen in Betracht:

A. für den männlichen Gametophyten

1. die Periplasmodien der Tapetenzellen[1]),
2. die Zwei- oder Dreikernigkeit der Pollenkörner,
3. der Modus der Zellteilung bei der Pollenbildung;

B. für den weiblichen Gametophyten

4. das vielzellige Archespor,
5. die Embryosackzusammensetzung, in erster Linie mit Rücksicht auf den Zeitpunkt der Reduktionsteilung,
6. der Modus der Befruchtung,
7. der Modus der Endospermbildung, d. h. der Aufteilung des Embryosackes.

Bei näherem Zusehen kann man auch hier oft schwankend werden, inwieweit man ursprüngliches und sekundär „primitiv“ gewordenes richtig seriiert. Man darf dabei nicht vergessen, daß im allgemeinen Reduktionsreihen von uns besser erkannt werden als progressiv sich entwickelnde.

Von den aufgeführten sieben Merkmalskomplexen möchte ich allein bei dreien die Sachlage für entschieden halten. Und zwar ist wohl das Periplasmodium als abgeleitet gegenüber dem Sekretionstapetum zu denken, ferner ist die Teilung des generativen Kerns im Pollenkorn eine Vorwegnahme der Teilung, die sonst erst im Pollenschlauch vor sich geht. Und endlich dürfen wir jetzt den achtkernigen Embryosack als den primitivsten Typ auf-

1) Wir führen diese auf, trotzdem sie ja eigentlich nicht zum Gametophyten gehören, sondern aus Sporophytgewebe bestehen. Wir folgen dabei nur der gewohnten Praxis.

fassen und alle anderen Typen von diesem ableiten. Aber sicher erscheint mir des weiteren, daß diese eben hervorgehobenen Merkmale polyphyletisch zu werten sind und höchstens für die Phylogenie von kleineren Abteilungen sich verwerten lassen. Unter Umständen können sie ganze Gruppen umfassen wie die Periplasmodien bei den Monokotylen. Ich wies schon 1915 darauf hin, daß sie hier für die Systematik heranzuziehen seien. Und mein Schüler P. CLAUSEN (1927) hat das dann näher ausgeführt. Die Helobiae und die Araceen sind durch sie gut charakterisiert und ebenso die Commelinaceen. Denn die Einwände von MASCRÉ (1925), daß wir es hier mit „Schleimbildungen" zu tun hätten, sind von CLAUSEN entkräftet worden. Aber auch *Curculigo* und *Hypoxis* unter den Amaryllidaceen haben nach SVENSSON-STENAR (1925) ähnliches, vielleicht auch *Thalia* unter den Marantaceen nach SÜSSENGUTH (1920), und nach CLAUSEN zeigen sich weiter bei einigen Pandanales (*Sparganium*, *Typha*) Periplasmodien. Nehmen wir gar die Dikotylen, so haben wir hier das „Merkmal" in vielen nicht miteinander zusammenhängenden Reihen, wohl immer in Gruppen, denen man „Spitzenentwicklungscharakter" beilegen kann.

Die Dreikernigkeit der Pollenkörner wird auch von dem Forscher, der zuerst mit Nachdruck auf ihre systematische Bedeutung hinwies, SCHÜRHOFF (1926) an den verschiedensten Ästen des Angiospermenstammbaums festgestellt. Ich möchte aber nicht unterlassen, daran zu erinnern, daß schon vor Jahren, wie SCHNARF (1927/29 p. 46) hervorhebt, STRASBURGER bei *Chlorophytum* beobachtete, wie der Zeitpunkt der Teilung des generativen Kerns sich experimentell verschieben läßt.

Die polyphyletische Entwicklung der verschiedenen Embryosacktypen, die von dem normal achtkernigen abweichen, ist in den letzten Jahren so oft erörtert worden, und SCHNARF (1927/29) hat in seinem schönen Buch die letzte große Zusammenfassung gegeben, so daß ich nicht nochmals hier darauf zurückzukommen brauche. Vielleicht ist das von SCHNARF angeführte Kriterium in der Tat das entscheidende, daß bei dem Normaltyp allen übrigen gegenüber die größte Zahl von Teilungsschritten zwischen der Embryosackmutterzelle und der Eizelle liegt. Sämtliche anderen, auch die früher von manchen als primitiv angesehenen 16kernigen Embryosäcke, sind demgegenüber Reduktionstypen. Natürlich kann eine Sonderform des Embryosacks wie der vierkernige unter Umständen, z. B. bei den Onagraceen, hohen systematischen Wert beanspruchen. Aber das zeigt sich nicht eben oft. Und auch die Erhöhung der Achtkernzahl durch die Vermehrung der Antipoden-

kerne resp. -zellen wird nur in selteneren Fällen, wie bei den Gramineen, ein gutes systematisches Merkmal darstellen.

Die übrigen oben aufgeführten vier Merkmalsreihen sind in ihrer phylogenetischen Bedeutung z. Zt. noch so umstritten, daß man nicht einmal über die Entwicklungsrichtung sich einig ist. Freilich nehme ich persönlich davon die Frage der Chalazogamie aus. Denn es besteht für mich kein Zweifel, daß auch diese abgeleitet und nicht ursprünglich ist. Wenn SCHÜRHOFF (1926 p. 374) und SCHNARF (1927/29 p. 288 ff.) gegenteiliger Ansicht sind, so spricht für sie wohl stark mit, daß sie Anhänger der ENGLERschen und WETTSTEINschen Schule sind, die die Casuarinaceen und Fagales als primitiv gebaute Gruppen werten. Diese Beurteilung halte ich für überholt, und deshalb entfällt für mich auch der Grund, nach prinzipiellen Unterschieden zwischen der Chalazogamie der genannten Familien und der der sicherlich abgeleiteten *Alchemilla* zu suchen. Ähnlich wie ich urteilten schon GOEBEL (1923) und ZIEGENSPECK (1927).

Bei den drei noch übrigbleibenden Merkmalsreihen sehe ich aber in der Tat den Streit noch nicht für entschieden an, was ursprünglich und was abgeleitet ist. Das gilt selbst für das vielzellige Archespor der weiblichen Gametophyten. SCHNARF sucht die unleugbar vorhandene Schwierigkeit zu umgehen, daß es in Homologie zu den männlichen Gametophyten als ursprünglich angesehen werden müßte, sich aber bei so „fortschrittlichen“ Reihen wie Compositen und Umbelliferen besonders viel findet. SCHNARF möchte die letztgenannten Familien anders werten, weil bei ihnen von den Archesporzellen keine Deckzellen abgesondert werden, bei den von ihm als „primitiv betrachteten Archichlamydeen“ dagegen die Deckzellen vor der definitiven Fertigstellung der Embryosackmutterzellen sich absondern. Ich halte diese Versuche für nicht überzeugend, ja für gekünstelt, denn dann müßten z. B. die Calycanthaceen und Ranunculaceen mit den Compositen rangieren, die Rosaceen dagegen mit den Casuarinaceen und Fagaceen. Und das erscheint mir absurd. Ich möchte daher das Merkmal des vielzelligen Archespors höchstens als bei einigen Familien zu verwertendes systematisches Kennzeichen ansehen, ihm aber keinen phylogenetischen Wert zusprechen.

Die Teilung der Pollenmutterzellen nach dem „Simultan“- oder „Succedan“-Typ wird auf ihre phylogenetische Wertigkeit gleichfalls lebhaft diskutiert. Die meisten Autoren, wie SCHÜRHOFF (1926), ZIEGENSPECK (1927) und SCHNARF (1927/29), sehen in dem Succedantyp das Primäre, SÜSSENGUTH (1920), ich selbst

(1921/22) und GOEBEL (1923) dagegen im Simultantyp. Ich glaube, der Streit ist ziemlich fruchtlos. Vielleicht fahren wir am besten, wenn wir mit ENGLER (1926) dem Merkmal überhaupt keinen hohen systematischen Wert zusprechen, dagegen für die Gruppierung innerhalb gewisser Familien den Modus der P. M. Zellteilung als Unterscheidungsmerkmal zulassen. SCHNARF (1929) hat ja soeben gezeigt, wie z. B. die Liliaceen das Merkmal innerhalb gewisser Untergruppen konstant haben. Die gleiche Familie ist auch bezüglich der Endospermentwicklung nicht einheitlich. Und damit berühren wir das letzte der oben aufgeführten Merkmale. Hier lautet die Streitfrage: Ist der nukleäre oder der zelluläre Typ ursprünglicher? Und auch hier fällt die Antwort sehr verschieden aus. SCHÜRHOFF (1926) ist derjenige, der mit besonderem Nachdruck den zellulären Typ als den ursprünglicheren ansieht. SCHNARF (1927/29, 29) ist geneigt, das gleiche anzunehmen. Wenigstens gilt das für diejenigen Sympetalenfamilien, die, wie die Borraginaceen oder Compositen, in der Regel zelluläres Endosperm haben. Wenn SCHNARF in seinem Buche daneben mit der Möglichkeit rechnet, daß auch ein ursprünglich nukleäres Endosperm existiert habe, von dem die eine oder andere Familie noch Zeugnis ablegen könnte, so stehen wir vor der gleichen Schwierigkeit wie oben bei der Frage des vielzelligen Archespors. Sicherlich sind die vielen Haustorialbildungen des zellulären Endosperms abgeleitet. Aber das scheint mir auch das einzige zu sein, was man mit Bestimmtheit über den phylogenetischen Wert der Endospermbildungen sagen kann.

Unsere Ergebnisse sind somit dürftiger, als man hätte erwarten können. Aber man darf doch sagen, daß die angeführten zellulären Besonderheiten der Gametophyten wenigstens für die Systematik der kleineren Gruppen Verwendung finden können, und daß einigen unter ihnen ein phylogenetischer Wert nicht abzusprechen ist.

Vielleicht hängt mit der im ganzen nur bescheidenen Bedeutung, die die Gametophytenzytologie für die natürliche Systematik hat, die Tatsache zusammen, daß der jüngste Sproß der Zytologie, die Chromosomenforschung, vielerorts mit noch mehr Mißtrauen aufgenommen wird. Dazu kommt, daß gerade hier durch unrichtige Zählungen oft die Vergleichsbasis selbst eine sehr schwankende geworden ist. Denn die tatsächlich vorhandenen technischen Schwierigkeiten lassen, insbesondere bei unerfahreneren Forschern, nur zu leicht Fehlzählungen um ein bis mehrere Chromosomen zu. Und selbst ältere Forscher können öfters nur durch Häufung der

Beobachtungen veranlaßt werden, anfänglich „ganz klar" erscheinende Zählungen anzuzweifeln und durch richtigere zu ersetzen. In einem kleinen Aufsatz (1929) wies ich soeben darauf hin, daß von den Zählungen, die 1915 vorlagen, schon jetzt über 26 % als irrig erkannt sind[1]), und ich sagte, daß wahrscheinlich dieser Prozentsatz in Zukunft noch steigen würde.

In einer früheren Abhandlung (1928) suchte ich zu unterscheiden:

1. den Chrysanthemum-Typ, den Typ der Polyploidie;
2. den Antirrhinum-Typ, den Typ der annähernden Konstanz der Zahl bei einer Gattung, verbunden mit Unterschieden um 1—2 Chromosomen bei den Nachbar-Gattungen;
3. den Pinus-Typ, den Typ der Starrheit der Zahl für eine größere Abteilung, mindestens eine Unterfamilie;
4. den Carex-Typ, den Typ der äußersten Variabilität der Zahlen.

Ich erinnere daran, daß mit der Aufstellung der Typen noch nichts über ihr Zustandekommen gesagt, und in keiner Weise festgestellt ist, wie weit hybridogene Bedingtheit, wie weit mutative Änderung anzunehmen sei. Noch nachdrücklicher als damals will ich hier darauf hinweisen, daß sich innerhalb einer Abteilung verschiedene Typen nebeneinander finden können, genau so wie wir sehen, daß an einem grünenden Baum, dem Vorbild der Stammbaumkonstruktionen, an einem und demselben größeren Aste einige Seitenäste buschig verzweigt, andere dagegen ohne Verzweigung geblieben sind. Überall handelt es sich bei solchen Konstruktionen um Vorläufiges, um Richtlinien für weitere Forschung. Denn unser tatsächliches Wissen verbietet hier noch mehr als sonstwo Endgültiges auszusagen. Selbstverständlich gilt das auch für die folgenden Beispiele; vielleicht bietet aber gerade ihre Anführung einen größeren Anreiz für die Weiterforschung, als ein Nebeneinander von Zahlenangaben ohne den Versuch der Verknüpfung geben würde.

Als schönes Beispiel für die Brauchbarkeit der Chromosomenzahlen bei der Gliederung einer großen Familie wollen wir die Orchideen nennen, die wohl allgemein als Spitzenfamilie betrachtet werden. Wenn auch von den 17000—18000 Arten erst ein verschwindender Bruchteil untersucht wurde, hat sich bei dem Studium der Familie seitens meines Schülers HOFFMANN (1929) doch bereits

---

1) Man bedenke dabei, daß zwischen 1882 und 1915 viele dieser Zahlen bereits korrigiert wurden!

jetzt eine so große Gesetzmäßigkeit ergeben, daß wir sie als Arbeitshypothese anführen wollen. Bekanntlich läßt sich die Familie in zwei ungleich große Gruppen einteilen, die kleine der Diandrae und die große der Monandrae. Während nun in den morphologisch einander sehr nahe stehenden Gattungen der ersteren sich recht wechselnde Zahlen finden (8—9, 10, 11, 12, 16, 24) zeigt die zweite

**Abb. 1. Stammbaum der Orchideen auf Grund des Systems von SCHLECHTER (nach HOFFMANN).**

Unterfamilie davon sehr abweichende Verhältnisse. Nur bei den „Basitonae" und der Gruppe der „Polychondreen" unter den „Acrotonae" haben wir ähnlich wechselnde Zahlen. Die „Kerosphaereen" SCHLECHTERs (1926) sind demgegenüber äußerst einheitlich. Und zwar haben wir hier einige Gruppen, die bisher auf die Zahl 16 eingestellt scheinen, andere und zwar das Gros haben ebenso 20, die letzten schließlich 24 und 28. Nur gelegentlich wurde neben der Zahl 20 unter den nächsten Verwandten auch die Zahl 10 gesehen, und neben der 28 die 14. Das Verblüffende ist, daß die Zahlen 16, 20, 24, 28 völlig der Reihenfolge der Gattungen in SCHLECHTERs System entsprechen (s. auch Abb. 1).

Von den „Monopodialen", die sich vielleicht polyphyletisch von den Kerosphaereen ableiten, sind erst zwei Arten mit den Zahlen 8 und 16 studiert.

Man wird förmlich versucht, von noch nicht behandelten Gattungen die Chromosomenzahl vorherzusagen, wenngleich eine nicht zu unterschätzende Fehlerquelle in dieser Suggestivwirkung gesehen werden muß. Solche Prophezeihungen kann man unter Umständen aber auch auf ältere Untersuchungen ausdehnen, zum mindesten bei gänzlich aus dem Rahmen der übrigen herausfallenden Zahlen aufs neue die Sachlage studieren. Ich habe das vor kurzem selbst mit zwei Zahlen gemacht, die ich vor längerer Zeit gefunden zu haben glaubte (TISCHLER 1929). Es handelt sich dabei um *Potentilla* und *Phragmites*. Für einen *Potentilla*-Hybriden hatte ich s. Zt. 16 Chromosomen gezählt, und FORENBACHER hatte sich für eine Reihe von *Potentilla*-Species mir angeschlossen. Unter dem Einfluß der Funde bei *Fragaria, Geum, Rosa, Rubus*, die sämtlich 7 als Grundzahl zeigten, prüfte ich die Gattung aufs neue. Einwandfrei ergab sich nunmehr an guten Arten die Siebener-Reihe. Ich habe das in meiner Abhandlung für *P. opaca* ausgeführt, für die ich Rassen mit x = 7 u. x = 14 auffand; ich möchte hinzufügen, daß ich auch für *P. villosa* (Typ), *P. rupestris, P. nitida* und *P. multifida* x = 7, für *P. alba, P. anserina* u. *P. grandiflora* x = 14, für *P. aurea* x = ca. 28 feststellte[1]). SHIMOTOMAI schrieb mir, daß er die Grundzahl 7 für *P. japonica* gezählt habe, und MÜNTZING zählte für *P. argentea* 7, für *P. Crantzii*, eine Unterart von *P. villosa*, 21. Außerdem deckte er starke Bastardisierung in der Gattung und damit im Zusammenhang stehende Polyploidie auf. Allein die systematisch abseitsstehende Gattung *Alchemilla* hat somit vorläufig die 8 als Grundzahl. Die gleiche findet sich dann bei den Prunoideen und Pomoideen allgemein, bei letzteren oft noch verbunden mit einer Zusatzeinheit. Denn die Gattungen *Malus, Pirus* und *Cydonia* besitzen allgemein 17, d. h. 2×8+1 Chromosomen. Bezüglich der Gattung *Phragmites*, der zweiten, die ich jetzt neu prüfte, hatte ich früher 18 Chromosomen gezählt. Sie lagen z. T. so dicht aneinander, daß mir Verklebungen wahrscheinlich geworden waren. Damals war noch unbekannt, daß die Zahl 7 als Grundzahl in der Familie herrscht. Jetzt ist sie allgemein konstatiert, und jetzt habe ich, wenngleich hier größere technische Schwierigkeiten im Wege standen, die Zahl 21 für *Phragmites communis* wie für die var. *Pseudodonax* feststellen können.

1) Meist an Zellen der Wurzelspitzen als 2x gezählt.

Die Gramineen sollen uns ein zweites Beispiel dafür liefern, wie fruchtbar die Kenntnis der Chromosomenzahl für die Familiengliederung sein kann. Nehmen wir das phylogenetische Schema, das SCHELLENBERG (1922) für die Gramineen aufstellte (Abb. 2), so sehen wir, daß von der als besonders ursprünglich angesehenen Unterfamilie, den Bambuseen, nichts inbezug auf Chromosomenzahlen bekannt ist. Die abseitsstehenden Oryzeen haben die Zahl 12, die gesamten Festuceen (hier nur die Ausnahme *Catabrosa*), die Hordeen, Aveneen, Agrostideen haben die Grundzahl 7. Die ersten beiden Unterfamilien sind uns dabei recht gut bekannt geworden;

Abb. 2. **Stammbaum der Gramineen (nach SCHELLENBERG).**

die neueste Arbeit von STÄHLIN (1929) liefert uns besonders reiche Aufschlüsse. Von den Agrostideen wissen wir freilich erst eine Zahl bei *Alopecurus*. Demgegenüber stehen die Phalarideen, Paniceen, Andropogoneen und Maydeen. Sie dürften mit Ausnahme der Phalarideen auf die Zahl 10 eingestellt sein. Für die Phalarideen ist vorläufig erst die Zahl 8 bei *Anthoxanthum* bekannt (Lit. s. TISCHLER 1927a, Tabul. Biol.).

Noch eine dritte Familie, die wir sehr ungleich kennen, sei „stammbaummäßig" dargestellt, die der Papilionaceen. Bislang hatten wir allein zahlreiche Angaben aus den Unterfamilien der Trifolieen (Grundzahlen 8 u. 7), der Vicieen (Grundzahlen 7 u. 6) sowie der Phaseoleen (Grundzahlen 11 u. 10). Mein Schüler KREUTER (1929) arbeitet z. Zt. über die besonders artenreiche Gruppe der Galegeen. Die Grundzahl dürfte hier 8 sein. Nur bei zwei Untergruppen, nämlich den Robinieen und den Psoralineen ist sie auf 10 gestiegen. Sonst wissen wir nur noch weniges von

den Genisteen (12, 10 ?). Eine „Konstruktion“ der Familie sei in Abb. 3 versucht.

In meiner Arbeit im Biol. Zentralblatt (1928) hatte ich mit dem nötigen Vorbehalt selbst einen ganzen „Ast“ des Angiospermen-Stammbaums für Spekulationen chromosomaler Zusammenhänge gewählt. Es war der auch rein morphologisch stark umstrittene „Centrospermenast“ im Sinne von MEZ. Seit ich die Konstruktion gemacht habe, sind knapp 1½ Jahre vergangen. Manche neue Publikation ist gerade über die hier inserierten Familien erschienen. Aber ich brauche noch nirgends eine nennenswerte Korrektur an-

**Abb. 3. Stammbaum der Papilionaceen (nach KREUTER).**

zubringen. Ich darf darin wohl einen Beweis für die Richtigkeit meiner damaligen Gedankengänge erblicken. Indem ich auf die Zeichnung von 1928 verweise, möchte ich folgendes nachtragen.

Aus LANGLETs (1928) Studien wissen wir, daß die hier als eine der Basis nahestehend gedachte Familie der Berberidaceen die Grundzahlen 6 u. 7 (resp. 14) behalten hat, die wir ihr damals zuwiesen. Daneben aber findet sich bei der ganz isoliert stehenden Gattung *Nandina* die Zahl 10 und bei *Caulophyllum* die 8, beides Zahlen, die sich bei den nahe verwandten Ranunculaceen finden. Von den Caryophyllaceen sind inzwischen die zahlreichen Angaben von MISS BLACKBURN (1928) erschienen, die summarisch bereits verwertet wurden. Und in meinem Institut hat ROHWEDER (1929) für *Dianthus* Angaben gemacht, die die früheren Zahlen der Gattung bestätigen. Für die Polygonaceen ist die angekündigte Abhandlung von JARETZKY (1928b) erschienen, sowie einige japanische Mitteilungen, die gut in den bisherigen Rahmen passen.

Die Santalacee *Thesium* (MODILEWSKI 1928) mit 12, sowie die Proteacee *Grevillea* (MESSERI 1928) mit 8 paßt vorzüglich zu der bisherigen Reihe. Für die Betulaceen haben wir die ausführliche Arbeit meines Schülers WETZEL (1929) und die damit gut zusammenpassende von WOODWORTH (1929). Bei den Fagaceen ist eine gewisse Unstimmigkeit zutage getreten. WETZEL hat für einige Arten von *Quercus* die Zahl 11, GHIMPU (1929) die Diploidzahl 24, also die Haploidzahl 12, angegeben. Ich glaube nicht, daß beide Zahlen zu Recht bestehen. Jeder Autor fand seine Arten einheitlich auf die gleiche Zahl gestellt. WETZEL hat fast allein die Pollenmutterzellen, GHIMPU ganz allein die Wurzelspitzen untersucht. Es wird zu prüfen sein, ob in ersteren zwei Chromosomen eine Neigung zum Verkleben zeigen und deshalb eins zu wenig gezählt wurde, oder ob bei den Wurzeln ein Chromosomenzerfall eines Paares häufig einsetzte, sodaß die Zahl um zwei Einheiten zu hoch angegeben wurde. GHIMPUS Zahl würde z. B. besser zu der der „benachbarten (?)" Spitzenfamilie der Casuarinaceen passen[1]).

Recht interessant scheint sich der Urticalenast zu verhalten, über den augenblicklich mein Schüler KRAUSE arbeitet. In der Zwischenzeit war in Anlehnung an die Zahl 14 bei *Morus* von SINOTO (1928) die Zahl 28 bei *Cudrania* gefunden worden. Und MISS CONDIT (1928) hatte für eine ganze Reihe von *Ficus*-Species 13, also 14 — 1, gezählt. KRAUSE konnte das für die gleiche Gattung bestätigen, und auch *Brosimum* hat nach ihm die gleiche Zahl. Bei *Dorstenia* dürfte mitten durch die Gattung ein Sprung gehen, neben 14 scheinen einige Arten 15 evtl. auch 16 zu haben. Es ist von Interesse, daß diese Gattungen auch morphologisch als abgeleitet zu gelten haben. Bei *Ulmus* endlich fand KRAUSE wieder 14 Chromosomen. Als letztes von dem Zentrospermenaste sei erwähnt, daß für die Cannabacee *Humulus japonica* durch KIHARA (1929) und Frau TUSCHNJAKOWA (1929) eine merkwürdige Abweichung von der Grundzahl der Familie gefunden wurde, die ein Gegenstück bei der Polygonacee *Rumex Acetosa* zu haben scheint[2]).

---

1) Inzwischen hat HOEG (Botan. Tidskr. Bd. 40. 1929) für *Quercus robur* u. *sessiliflora* gleichfalls 12 hapl. Chrom. gezählt. Die von WETZEL angegebenen Gattungen der *Fagales* mit 11 Chrom. müssen also wohl sämtlich nachuntersucht werden. Vielleicht findet sich allgemein ein zwölftes Chromosom ein.

2) Vgl. auch die Arbeit von WINGE (Hereditas vol. 12. 1929), der unter Zurückgreifen auf ältere Beobachtungen für *Humulus japonica* ein von *Rumex Acetosa* doch etwas abweichendes Verhalten feststellte.

Bei solch vergleichenden Studien erleben wir das gleiche, was uns die Morphologie wie die Genetik lehrte. Reduktionsreihen lassen sich weit leichter verständlich machen wie progressiv verlaufende Reihen. JARETZKY (1928 a, 1928 b) hat das für die beiden Familien der Cruciferen und Polygonaceen besonders eindringlich ausgeführt. Und er hat bei der letztgenannten Familie noch dazu gezeigt, wie hier die phytochemischen Merkmale mit der Reduktion der Chromosomenzahl parallel gehen. Der gleiche Autor wird bald seine Untersuchungen bekanntgeben, nach denen bei der Cruciferen-Gattung *Mathiola*, die selbst schon die abgeleitete Zahl 7 besitzt, gerade in der Gruppe, die aus morphologischen Gründen als eine der phylogenetisch jüngeren betrachtet werden muß, die Zahl weiter auf 6 herabgegangen ist.

Die Frage, mit welchen Mitteln die Pflanzenzelle diese Zahlenverringerung durchsetzt, führt von selbst zu den immer zahlreicher werdenden Angaben über Bilder, die in den Reduktionsteilungen eine um ein oder mehrere Chromosomen geringer gewordene Zahl erkennen lassen. Die Literatur über solche Veränderungen, die vielleicht nur z. T. auf Verklebungen, und nicht etwa auf Unvollkommenheiten der Fixierung zurückführbar erscheinen, ist des öfteren berührt[1]) (s. TISCHLER 1927 a, JARETZKY 1928 b, RANDOLPH 1928). Mein Schüler SCHULZ-GAEBEL hat in seiner Arbeit über Umbelliferenzytologie einige weitere, hierhergehörige Fälle beobachtet, doch sind die Studien noch nicht abgeschlossen. Über einen extremen Fall dieser Art hat JARETZKY (1928 b, p. 390 ff) für *Rumex roseus* berichtet. Alle näheren Sektionsverwandten haben hier 10 Chromosomen. Somatisch wurden für eine andere Form der Gesamtart *R. vesicarius* 20 gesehen. In den Pollenmutterzellen war aber in der überwiegenden Anzahl der Präparate (90 %) von *R. roseus* die Zahl 9 (neben anderen, die 10 zeigten). ONO (1928) hat dann unabhängig von JARETZKY für die Gesamtart *R. vesicarius* einfach die Zahl 9 angegeben.

Eine noch unaufgeklärte Diskrepanz liegt in den Resultaten vor, die verschiedene Autoren bezüglich der Chromosomenzahlen der Dipsacaceen gefunden haben. In meinem Institut hat RISSE (1929) durchweg die Zahl 8 bei Vertretern der verschiedensten Gattungen beobachtet. Ich erfahre, daß im Berliner Institut gegenwärtig eine Arbeit zu Ende geführt ist, die die gleichen Zahlen angibt.

1) Man denke vor allem an den eigentümlichen Fall bei *Tradescantia virginica*, für die S. NAWASCHIN bereits 1911 in einem gewissen Prozentsatz der Kerne das Verlorengehen eines Chromosoms beschrieb.

Auch CHIARUGI (1927) hatte in seinen allerdings weniger umfangreichen Studien nur 8 und eine polyploide Zahl davon gesehen. Gegenüber diesen drei Autoren hat Fräulein KACHIDZE (1929) in NAWASCHINs Institut an Wurzelspitzen nur bei einem kleineren Teil der Spezies 16 diploide Chromosomen gezählt. Die meisten zeigten 18, einige 20, und daneben waren mehrere Polyploide. Eine Entscheidung, wie es zu so verschiedenen Ergebnissen gekommen ist, kann ich nicht geben. Die mir von RISSE vorgelegten Präparate, die, wie er mir sagte, durchweg in gleicher Weise gefunden seien, zeigten jedenfalls recht deutlich acht haploide „Einheiten“.

Wir sprachen bisher von der Möglichkeit einer phylogenetisch sich auswirkenden Chromosomenverringerung. Weit schwerer erscheint uns der Weg erklärbar, wie einzelne überzählige Chromosomen dauernd in ein Genom hineinkommen sollen. Denn alle experimentellen Erfahrungen an *Oenothera*, *Datura* etc. über sogenannte trisomatische Formen, zeigen doch, wie instabil diese sind. Von mutativen Änderungen bleibt immer noch als einziges anscheinend einwandfreies Beispiel das nämliche, das ich im Vorjahre nannte, das von *Crepis tectorum*, das M. NAWASCHIN (1926) beschrieb. Aber die neue „Art“ ist „sehr krankhaft und vollkommen unfruchtbar“, also nicht sehr geeignet, Ahne neuer Artreihen zu werden.

So bleibt im Augenblick wohl nur der Weg über Bastardierung. Das Zusammenlegen zweier artfremder Genome in der Weise, daß jedes eine Längsspaltung erfährt, und daß sich die zusammengehörigen Homologen in der Diakinese des Kindes miteinander vereinen, ist nun bereits so oft verifiziert, daß wir in ihm nichts außergewöhnliches mehr zu sehen brauchen[1]). Und sowohl *Aegilops*

1) Des öfteren ist näher ausgeführt, wie der vorhin erwähnte *Chrysanthemum*-Typ durch das Zusammentreten heterologer Genome zustandekommen könnte. In diesem Zusammenhange ist nun die soeben erschienene Arbeit von STÄHLIN (1929) über die Zytologie von *Festuca* und anderen Gramineen besonders interessant. Denn es ist hier auf Grund von Vergleichen festgestellt, daß „tetra“- und „hexaploide“ Spezies gegenüber den „diploiden“ in Zell- und Organgrößen stark gefördert sein können, während bei den „oktoploiden“ das Optimalmaß bereits überschritten zu sein scheint. Die Arten erscheinen also unter Umständen niedrigerwüchsig als diejenigen, die man auf Grund der karyologischen Verhältnisse an den Anfang der phylogenetischen Reihe stellen würde. Das würde ganz zu den Erfahrungen stimmen, die F. v. WETTSTEIN experimentell bei seinen heteroploiden Moosrassen erhielt. Jedenfalls weisen STÄHLINs Studien aufs neue eindringlich darauf hin, daß äußerlich „einfacher“ aussehende Arten durchaus nicht als „primitiv“ zu bewertende betrachtet werden müssen.

× *Triticum* wie *Raphanus* × *Brassica*, ganz abgesehen von weniger differenten Eltern, haben ein neues Balancement ihrer Chromosomen hergestellt, das als Grundlage für eine stabile „nova species“ angenommen werden muß. Dieser Modus würde uns wohl polyploide Neubildungen erklären, ja bei der Annahme des Zusammentretens von Species mit verschiedenen Chromosomenzahlen auch heteroploide Zahlen bringen, aber gerade die Tatsache, daß verwandte Gattungen oder Arten nur ein additionelles Chromosom haben, bleibt dunkel. Und dabei zeigt vergleichende Betrachtung doch die Häufigkeit der Erscheinung: der „*Antirrhinum*-Typ“ beruht ja darauf. Wenigstens gilt unser Raisonnement für die Fälle, in denen die Arten mit der höheren Zahl vom allgemein systematischen Standpunkt die jüngeren sind. Ebenso werden wir die Erhöhung um eine Einheit da annehmen, wo die ganze Familie einheitlich auf eine Grundzahl aufgebaut erscheint, und nur einige Gattungen um eins weniger, andere um eins mehr haben. Die *Ericales* gehören vielleicht hierher. Nach HAGERUPs (1928) Funden ist ihre Grundzahl 6. Die Reihe 6, 12, 18, 24, 36, 48 war gut erkennbar. Allein *Calluna* fiel mit acht Chrom. etwas aus dem Rahmen heraus[1]). Die Pirolaceen haben nun anstatt der 24 nur 23 Chrom., *Rhododendron, Ledum, Arctostaphylos, Arbutus* sowie die Epacridaceen und Empetraceen haben 13. Wir können vorläufig nicht viel anderes tun als solche Beispiele registrieren.

Da ist es von großem Interesse, daß KUWADA und seine Schule (1929) den Versuch gemacht haben, durch Modelle einen Weg anzuzeigen, inwieweit die Chromosomen eines Genoms, sowohl solche von annähernd gleicher wie solche von ungleicher Größe, in ihrer gegenseitigen Anordnung so ausbalanciert sind, daß man sich ihr Erhaltenbleiben vorstellen könnte. Sie ließen Korkstückchen mit magnetisierten Nadeln schwimmen und beobachteten ihr „Arrangement“. Dann verglichen sie die Stellungen, die diese „Magnete“ einnahmen, mit der Stellung, die die Chromosomen in der Metaphase der Reifungsteilung zeigen. Ich kann natürlich auf die geistreichen Ausführungen hier nur verweisen. Sie sind sicherlich nur ein kleiner erster Schritt auf dem Wege, der uns dahin führen soll, zu „verstehen“, warum besondere Chromosomenzahlen instabiler als andere erscheinen, wenn wir phylogenetische Maßstäbe daran legen. Die „Erstarrung“ der Spitzenzahlen des „*Pinus*-Typ“ wäre so vielleicht der Grund dafür, daß eine gleiche Erstarrung

1) Mein Schüler HAHN hat diese Zahl übrigens vor kurzem bestätigen können.

der Formenmannigfaltigkeit vorhanden ist. Viel mehr als fühlen, daß hier ein Problem von größerer Bedeutung vorliegt, können wir wohl zur Zeit nicht.

Wir würden weit mehr Aussicht haben, die soeben skizzierten Fragen der Lösung zuzuführen, wenn es uns erst ganz allgemein gelänge, die einzelnen Chromosomen in ihrer morphologischen Individualität zu fassen. Namentlich einige russische Forscher haben uns wertvolle Beispiele solcher „Idiogramme" gegeben. Besonders gut scheinen sich hierfür die Liliaceen, Compositen, manche Leguminosen etc. zu eignen. Die systematisch bedeutsamste Arbeit sehe ich in der von Fräulein SWESCHNIKOWA (1927), die für die Gattung *Vicia* direkt auf Grund der Chromosomenformen eine Art von „Bestimmungsschlüssel" gegeben hat.

Leider sind wir bei den meisten anderen Familien auch noch nicht entfernt so weit. Nicht einmal steht eindeutig fest, ob die Chromosomen allgemein als „zweischenklige" Gebilde gebaut sind, wie es S. NAWASCHIN (1916) schon vor langem angab. Vieles spricht freilich dafür, daß die „Symmetrie" oder „Asymmetrie" der Chromosomen, um in HEITZscher (1926 p. 656) Terminologie zu reden, in der Tat das erste gute Kennzeichen für ihre Charakterisierung abgibt, und daß die „terminale", „subterminale" oder „mediane" „Constriction" zusammen mit eventuellen Satelliten genauer ein jedesmaliges Wiedererkennen der einzelnen erlaubt.

Der letzte Schritt endlich, den wir noch machen könnten, um auch physiologisch, d. h. in ihrem Genbestande, die Chromosomen zu kennzeichnen, wäre der, daß wir aus ihrem Verhalten bei den Reifungsteilungen Schlüsse auf ihre „Homologie" ziehen könnten. Eine weit verbreitete Anschauung nimmt an, daß nur „homologe" sich in der Prophase der Reifungsteilung resp. der Diakinese gegenseitig zu einem Paare anziehen könnten. Man ist sogar zu komplizierteren Vorstellungen übergegangen, nach denen morphologischer Austausch der Endstücke anzunehmen sei, um gewisse einseitig gebundene Paare zu erklären. Das alles kann bei dieser Übersicht nicht einzeln untersucht werden. Bei sehr gut genetisch bekannten Objekten, wie den Daturen der COLD SPRING HARBOR-Schule[1]), mag es gerechtfertigt sein. Aber ich möchte noch davor warnen, daraufhin ohne weiteres aus jedem in der Diakinese auftretenden Paar auf den Grad der Chromosomenverwandtschaft zu schließen. Ich habe (1927 b) der Meinung Aus-

1) Es sei hier nur auf die neueste Zusammenfassung von BLAKESLEE (1929) im Journal of Heredity verwiesen.

druck gegeben, daß zum mindesten bei Kreuzungen zwischen zwei entfernter stehenden Arten eine Autosyndese der nicht homologen möglich sein kann, wenn auch in loser Form. Am besten wird man das erkennen können, wenn die Eltern recht verschieden große Chromosomen haben. Das deckte ich bei dem bekannten Hybriden „*Ribes Gordonianum*“ auf. DARLINGTON (1929) meinte freilich, an Wurzelspitzen auf eine so weit transgredierende Chromosomengröße der Eltern schließen zu sollen, daß man keine bindenden Schlüsse für die Art ziehen dürfe. Aber MEURMAN (1928) hat inzwischen meine Beobachtungen in dieser Hinsicht bestätigt. Dafür sieht er in den Reifungsteilungen nicht wie ich nur gleichgroße Chromosomen zu einem Paare zusammentreten, sondern jedesmal ungleichgroße. Die Beobachtungsschwierigkeiten sind derartig, daß subjektive Auffassungen möglich sind. Jedenfalls erhielt ich Mitteilung von hervorragenden Fachgenossen, die MEURMANs Präparate kennen, daß sie sich von der „Ungleichheit“ der Chromosomenformen eines Paares nicht zu überzeugen vermochten. Wir müssen uns wohl nach noch günstigeren Objekten umsehen, um für jeden demonstrabel die Frage der Autosyndese Nichthomologer zu lösen. In der neuesten Arbeit von WOODWORTH (1929) lese ich, daß die 28 haploiden Chromosomen der *Betula pumila* deutlich größer sind als die 42 der *B. lutea*. In den Abbildungen des Bastards sind aber immer Paare ganz gleichgroßer gezeichnet. Im Text wird die Frage nicht berührt. Sie verdient umsomehr eine eingehende Prüfung, als der Autor selbst sagt, eine Autosyndese der 14 überzähligen zu 7 Paaren wäre öfter zu beobachten gewesen.

Und das bringt mich auf die Triploiden mit z. T. autosyndetischer Bindung. HELMs u. JÖRGENSEN (1925) geben für *Betula verrucosa* (14) × *B. pubescens* (28) an, daß anstatt der 14 bivalenten und 14 univalenten auch 21 bivalente Paare sich einfinden. CHIARUGI (1926) beschreibt für *Artemisia nitida*, wie hier bei der triploiden „Art“ neben 9 bi- und 9 univalenten auch 9+3 bivalente und ein univalentes sich zeigen können. Es erscheint mir hier ganz ausgeschlossen, daß von den ursprünglich überzähligen 9 zwei Reihen homologer zu 4 und ein restierendes Chromosom da sind. Weit näher liegt doch nach meinem Dafürhalten die Bindung innerhalb eines Genoms. Die älteren Angaben für *Digitalis*, *Papaver* etc. mit ihren selbst schon polyploiden univalenten Sätzen seien dabei völlig unerwähnt gelassen.

Ganz eindeutig scheint mir aber für eine Bindung nichthomologer Chromosomen der Fall zu sprechen, den COLLINS, HOLLINGSHEAD u. AVERY (1929) beschrieben. Es handelt sich

um den sogenannten *Crepis artificialis*. Er ist hervorgegangen aus der Kreuzung *Crepis biennis* (20) × *Cr. setosa* (4). Nicht nur die 20 Chromosomen der ersten Art schlossen sich autosyndetisch zu Paaren zusammen, sondern auch die 4 der zweiten. Wir erhalten so 12 Gemini. Und es ist doch die Zerlegung der vier Chromosomen in zwei einander „homologe“ Paare mehr als unwahrscheinlich.

Selbstverständlich fechte ich nicht die Tatsache an, daß im normalen Verlauf der Dinge in der Tat sich die homologen Chromosomen paaren. Ich halte es nur nicht für ausgeschlossen, daß in dem doch immerhin unnormalen Falle einer Bastardbildung von zwei sehr verschiedenen Eltern sich mangels tatsächlich homologer auch nur formähnlichere, wenn auch weit loser, zusammenzuschließen vermögen.

Der Versuch also, aus dem Grade der Bindung immer etwas entscheidendes über die Qualitäten der Chromosomen herauszulesen, erscheint mir bei solchen Hybriden unter Umständen noch zu Irrwegen zu führen. Wenigstens verdient die Frage erneute Aufmerksamkeit.

Damit wollen wir unsere Übersicht schließen. Sie mußte in anbetracht der zur Verfügung stehenden Zeit fragmentarisch bleiben. Aber ich glaube, kein wichtiges Problem vergessen zu haben. Und wenn ich vielleicht zu sehr meine eigenen und meiner Schüler Erfahrungen in den Vordergrund rückte, so liegt darin keine Überschätzung der Tätigkeit des Kieler Instituts, sondern es sollte nur dadurch zum Ausdruck gebracht werden, daß ich etwas lebendiger nach eigener Kenntnis der Objekte sprechen konnte als nur nach den Angaben in der Literatur. Ich hoffe gezeigt zu haben, wie nicht nur die Systematik der Reihen und Familien, sondern auch die der Arten und Unterarten belebt werden kann, wenn wir die Erfahrungen der Zytologen zur Entscheidung mit heranziehen.

---

**Zitierte Literatur.**

BLACKBURN, K. 1928. Zeitschr. indukt. Abstamm. u. Vererb.-Lehre, Supplem. Bd. 1 p. 439 ff.
BLAKESLEE, A. F. 1929. Journal of Heredity vol. 20 p. 177 ff.
CHIARUGI, A. 1926. N. Giorn. Bot. Ital. vol. 33 p. 501 ff.
—, —. 1927. N. Giorn. Bot. Ital. vol. 34 p. 864 ff.
CLAUSEN, P. 1927. Botan. Archiv Bd. 18 p. 1 ff. (Dissert. Kiel).
COLLINS, J. L., HOLLINGSHEAD, L. u. AVERY, P. 1929. Genetics vol. 14 p. 305 ff.
CONDIT, J. J. 1928. Univ. Californ. Publicat. Botany vol. 11 p. 233 ff.
DARLINGTON, C. D. 1929 Genetica vol. 11 p. 267 ff.
ENGLER, A. 1926. Die natürl. Pflanzenfamilien. 2 Aufl. Bd. 14 a. Leipzig.
GHIMPU, V. 1929. Revue Botan. appliqu. de l'Agricult. tropic. t. 9 p. 175 ff.
v. GOEBEL, K. 1923. Organographie der Pflanzen. 2. Aufl. 3 Teil. Jena.
HAGERUP, O. 1929. Dansk botan. Arkiv vol. 6 p. 1 ff.

HEITZ, E. 1926. Zeitschr. f. Botan. Bd. 18 p. 625 ff.
HELMS A. u. JOERGENSEN, C. A. 1925. Botan. Tidskr. Bd. 39 p. 57 ff.
HOFFMANN, C. 1929. Ber. d. D. botan. Gesellsch. Bd. 47 p. 321 ff.
JARETZKY, R. 1928 a. Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 68 p. 1 ff.
—, —. 1928 b. Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 69 p. 357 ff.
KACHIDZE, N. 1929 Planta Bd. 7 p. 482 ff.
KIHARA, H. 1929 Japan. Journ. of Genetics vol 4 p. 55 ff.
KREUTER, E 1929. Ber. d. D. botan. Gesellsch. Bd. 47 p. 99 ff.
KUWADA, Y. 1929 Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B. vol. 4 p. 199 ff.
LANGLET, O. 1928 Svensk botan. Tidskr. vol. 22 p 169 ff.
MASCRÉ, M. 1925. C. R. Acad. Paris. t. 181 p. 1165 f.
MESSERI, A. N. 1928. N. Giorn. Bot. Ital. vol. 34 p 1037 ff.
MEURMAN, O. 1928 Hereditas vol 11 p 289 ff.
MODILEWSKI, J. 1928 Bullet. Jard. Botan Kieff. Livr. 7—8 p. 65 ff.
MORITZ, O. 1929. Planta Bd. 7 p 759 ff. (Dissert. Kiel).
NAWASCHIN, M. 1926 Zeitschr. f Zellforsch u mikroskop. Anatom Bd 4 p. 171 ff.
NAWASCHIN, S. 1911. Ber. d D botan Gesellsch. Bd. 29 p. 437 ff.
—, —. 1916. Сборник посвященный Тимирязеву. Москва. p. 185 ff.
v. NÄGELI, K. Mechanisch-physiolog Theorie d Abstammungslehre. München u. Leipzig.
ONO, T. 1928. Tokyo Botan. Magaz. vol. 42 p. 524 ff.
RANDOLPH, L. F. 1928. Cornell Univ Agric Exp Stat Mem. 117.
RISSE, K. 1928. Botan. Archiv Bd. 23 p 266 ff. (Diss. Kiel).
ROHWEDER, H. 1929 Ber. d. D. botan. Gesellsch. Bd. 47 p 81 ff.
SCHELLENBERG, G. 1922. Botan. Archiv Bd. 1 p 257 ff
SCHLECHTER, R. 1926. Notizbl Botan. Gart. u. Museums Berlin-Dahlem Bd. 9 p 563 ff.
SCHNARF, K. 1927/29. LINSBAUER Handb. der Pflanzenanatom. Bd. 10/2. Berlin.
—, —. 1929. Sitz. Ber. Akad Wissensch. Wien Mathem. natw. Klass. Abt. 1 Bd. 138 p. 69 ff.
SCHÜRHOFF, P. 1926 Die Zytologie d. Blütenpflanzen. Stuttgart.
SINOTO, Y. 1928 Proceed. Imp. Acad Tokyo vol 4 p. 175 ff.
STAEHLIN, A. 1929 Wissensch. Archiv d. Landwirtsch Bd 1 p. 330 ff.
SUESSENGUTH, K. 1920. Beih. Botan. Zentralbl. Abt. 2 Bd 38 p. 1 ff. (Dissert. München).
SVENSSON-STENAR, H. 1925 Akad. Afhandl. Upsala.
SWESCHNIKOWA, J. 1927. Труд. приклади. Ботан., Генет. и Селекц. Bd 17 p. 37 ff.
TISCHLER, G. 1915. Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 55 p. 53 ff.
—, —. 1921/22. LINSBAUER Handb. der Pflanzenanatom. Bd. 2 Berlin.
—, —. 1927 a. Tabulae Biolog. Bd. 4 p. 1 ff.
—, —. 1927 b. Planta Bd. 4 p. 617 ff.
—, —. 1928. Biolog Zentralbl. Bd. 48 p. 321 ff.
—, —. 1929. Planta Bd. 8 p. 685 ff.
TROLL, W. 1929. Biolog. Zentralbl. Bd. 49 p. 43 ff.
TSCHULOK, S 1922. Deszendenzlehre. Jena.
TUSCHNJAKOWA, M. Planta Bd. 7 p 427 ff.
WETZEL, G. 1929. Botan. Archiv Bd 25 p. 257 ff. (Dissertat. Kiel).
WOODWORTH, R. H. 1929. Botan. Gazette vol. 87 p 331 ff.
ZIEGENSPECK, H. 1927. Botan. Archiv Bd. 17 p. 212 ff

---

# (3.) Hermann Ziegenspeck: Die cytologischen Vorgänge in den Knöllchen von Hippophaë rhamnoides (Sanddorn) und Alnus glutinosa (Erle).

(Mit Tafel (I).)

(Vorgetragen auf der Generalversammlung in Danzig am 6. August 1929.)

## Einleitung.

Geht man an unseren Küsten entlang, so findet man in Meeresnähe in den sogenannten Vordünen einen sonderbaren Strauch, der durch den silberigen Glanz der Blätter auffällt und uns an die Steppenelemente unserer Strandflora erinnert, der seiner ganzen Verwandtschaft nach (Eleagnaceae) gar nicht hierher eigentlich „gehörte“. Genau dieselbe Pflanze finden wir in weit getrenntem Areale am Nordrande der Alpen in dem Sande und Kiese der Alpenflüsse, auch hier liebt er besonders trockene Hänge bei größerer Luftfeuchtigkeit.

Diese beiden Standorte sind arm an Pflanzennährstoffen, besonders Stickstoff in leicht durch die höhere Autotrophe aufnehmbarer Form. Es wird uns daher nicht wundern, daß wir in diesen Organen Einrichtungen vor Augen haben, welche der Bindung von gasförmigen $N_2$ durch Symbionten dienen. Auch die Standorte der Erle sind zwar reich an N, aber arm an mineralisiertem N wegen der Unterbindung der Nitrifikation.

A. a) Organographie von *Hippophaë*-Knöllchen. Wir wollen an uns kurz die sehr merkwürdige

## Organographie

dieser Bildungen vorüberstreichen lassen.

Beim Eindringen von Endophyten in die Wurzel entsteht ein gallenartiges Gewebe, das ein Adventiv-Meristem in der Rinde der Tragpflanze erzeugt. Diese Wucherung regt wohl auf hormonalem Wege das Pericykel der Tragwurzel zur Ausbildung einer Nebenwurzel an. Hierbei werden jedoch nur das Plerom und vielleicht die inneren Schichten an der Aktinostele durch das Pericykel geliefert. Die äußeren Teile, wie das Periblem und das Wurzelhaubenperiderm, entstammen den wieder jugendlichen Rindenschichten. Sagen wir also, das Gebilde entsteht adventiv exogen.

Beim Betrachten der Längsschnitte sieht man deutlich das oder die sich hier gabelnden Plerome innerhalb der gemeinsamen

Hülle des Periblemes und des „Wurzelhaubenperiderms“ wachsen. Hierbei liegt wieder der eigenartige Fall einer Art exogener Verzweigung einer Wurzel vor. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß das Gewebe der Stele eben einfach jugendlich ist, und dann werden, wie in ähnlichen Gebilden (Orchideen, Erle, Cycadeen, *Lycopodium* und andere mehr), alle Zellen mit in die Neubildung hereingenommen. Erst viel später werden die Gabeläste dann mit einem gesonderten Periblem und endlich mit einem eigenen Wurzelhaubenperiderm versehen. Die Gabelung wird also nach Art einer Verbänderung durchgeführt. Derlei Dinge können wir in noch viel großartigerem Maße bei der Erle wiederfinden.

Betrachten wir die Außenhaut der Wurzeln, so finden wir eine sonst ungewohnte Erscheinung, ein Wurzelhaubenperiderm. Aber für den, der solche Bildungen eingehender studiert hat, verlieren sie an Eigenart. Eine Vielzahl von Wurzeln, welche nicht der Resorption von flüssiger Nahrung dienen, sind an den Spitzen verkorkt. Es kann dies periodisch (bei Winterwurzeln) oder es kann dieser Umstand auch dauernd sein (so bei den Luftwurzeln der *Monstera*, bei *Pandanus* und dergleichen). Die Bildungen bestehen dann in einer Auflagerung von Holz und Korkteilen oder in einer Imprägnation mit solchen Stoffen. Wir reden von Metacutisierung. Es kann anderswo eine Art Dauerperiblem mit dem Dermatogen zusammen erst eine Art Rinde bilden und diese dann zur Intercutis umwandeln. Die eigenartige Bildung legt wie bei Leguminosen- und Erlen-Knöllchen gleich ein Meristem an, das die Wurzelspitze überziehend gleich ganz an der Spitze ein Periderm erzeugt. Dieses formt von Zeit zu Zeit kleine Lenticellen, die auch in diesen Wurzeln für die Zufuhr der Betriebsstoffe: Sauerstoff und Stickstoff sorgen. Ganz gleiche Bildungen haben auch die Erle, Leguminosen, Cycadaceen usw.

Das Denkwürdigste ist jedoch die Rinde. Sowohl die dem Periderm wie die der frühzeitig entwickelten mächtigen CASPARY-Endodermis genäherten Schichten bergen nichts Besonderes. Dagegen sind alle dazwischen gelagerten Zonen auffallend. Oben am Meristem sind sie fast horizontal. Sie führen zunächst nur Stärke. Es kommen bald in einzelnen Zellen Trübungen durch Endophyten heraus. Niemals besiedeln diese alle Zellen, sondern es bleiben Zellzüge gegen die Endodermis frei davon. Die anderen Zellen werden ganz grau erfüllt mit den Fremdlebewesen. Nun werden diese immer fadenscheiniger und gelöst. Die nicht besiedelten Zellen beginnen sich zu strecken und zu vergrößern. Sie saugen die anderen aus und legen das ganze Gewebe in sonderbare schiefe Züge.

b) *Alnus*-Knöllchen. Sehr ähnlich ist alles bei der Erle (*Alnus glutinosa*), und doch kommen die Unterschiede infolge der Konvergenz der Bildungen deutlich heraus.

Das Wurzelhauben-Periderm und die junge Stele sind gleich. Es findet nur eine reichlichere Verbänderung statt. Hierbei bleiben aber die Stelen sehr lange in einer Wurzel vereinigt. Es können manche derselben als Knospen zunächst liegen bleiben. Vor ihnen bleiben die Endophyten unverändert als Mitgabe für die späteren Zweige liegen. Während beim Sanddorn die Wurzeln sich an der Spitze weiterwachsend immer weiter gabeln, sterben hier die Spitzenteile ab und werden von treibenden Knospen übergipfelt. Die Endophyten sind gleichfalls nicht in allen Zellen vorhanden. Die Aussaugzellen fungieren hier ebenfalls, wogegen sie nicht zu so schönen Zügen geordnet sind. Im Alter werden sie durch neue Korkschichten aus den der Endodermis nahen Schichten zonenartig als Borke abgestoßen. Die Bündel haben oft sonderbares keilförmiges Dickenwachstum. Es kann nicht unsere Aufgabe sein in einem Vortrage diese organographisch so ungemein anziehenden Dinge auszutreten.

B. a) Die Endophyten in der Reinkultur. 1. Isolieren. Wir wenden uns nun den

**Endophyten**

selber zu.

Die Isolierung nahmen wir am besten nach der BURGEFFschen Methode durch Einstechen von sterilen Glaskapillaren in die durch Alkohol und Sublimat außen peinlichst entkeimten Wurzelspitzen vor. Auch Bromwasser gab dabei gute Erfolge. Man hat so völlig die Garantie, nur solche Lebewesen zu eliminieren, die wirklich innerhalb des lebendigen, jugendfrischen Gewebes gediehen. Diese herausgenommenen Teile werden in die Agarschicht eingestochen.

Bei der Auswahl der Nährböden gingen wir bei *Hippophaë* und *Alnus* planmäßig vor. Wir verwandten stickstoffreie, synthetische Substrate (vornehmlich Mannitlösungen). Dabei schlossen wir von Anfang an eine ganze Menge von Verunreinigungen aus. Wir erhielten regelmäßig feine Stäbchen, die dazu neigten, zunächst in Längssträngen zu gedeihen. Pilze wurden nie gefunden. Auch machen wir darauf aufmerksam, daß die Samen von *Hippophaë* steril zum Keimen zu bringen sind. Eine cyklische Symbiose liegt nicht vor. Man muß sie gefrieren lassen, bevor man mit Bromwasser sterilisiert.

Das Studium der Kulturen, die sich z. B. bei *Hippophaë* ungemein leicht abkultivieren, ist der Schlüssel für das Verständnis der intrazellulären Prozesse.

b) Phagie. Ich möchte Ihnen nun kurz das rätselhafte Bild einer Kolonie wiedergeben, die aus *Alnus* nach dem BURGEFFschen Verfahren gewonnen und nach dem KOCHschen Plattenverfahren rein erhalten worden war.

Die Oberfläche ist von feinen Stäbchen gebildet, die ganz ähnlich wie ein kleiner *Azotobakter* abgerundete Ecken haben. Gelegentlich bemerkt man auch die Tendenz zur Bildung von Kokkenformen, wie sie uns für gewöhnlich von *Azotobakter* wiedergegeben werden. Alle Bakterien nehmen die Farben ganz ungleichmäßig an. Wir haben absichtlich vornehmlich mit HEIDENHAIN und Fixierung mit CARNOY gearbeitet. Die „gekochten Kartoffeln" der Flammenfixierung sind für solche Untersuchungen unbrauchbar. Haematoxylin und die Färbungen sind unbedingt mit den Schnitten vergleichbar.

Bereits in diese Kulturen sind Schatten, leere Bakterienhäute, eingestreut. Viele dieser Stäbchen heller Färbung tragen stark tingierbare Körnchen im Inneren.

Dazwischen finden wir Formen mit angeschwollenen Leibern, in denen deutlich die Körnchen lagern.

Etwas tiefer in der Schicht der Agarkolonie sehen wir fast ausschließlich nur mehr solche Bakterienschatten. Dafür sind Lücken in den Rasen gefressen, die sich deutlich von den Bakterien beim unmittelbaren Beobachten abheben. In diesen Lücken lagern amöboide Formen, die im Innern eine Vielzahl gerade dieser Körnchen führen. Betrachten wir solche Stadien genauer, das heißt bei stärkerer Vergrößerung, so sehen wir, daß diese Amöbenplasmodien durch Verschmelzen solcher geschwollener „Bakterioiden"-Formen entstehen. Aufs deutlichste sind in gut gelungenen Präparaten die Kerne zu sehen, in denen die „Nukleolen", die Körnchen, eingestreut sind. Nach und nach verkommt in den stark angeschwollenen Plasmodien, die nicht nur verschmelzen, sondern offenbar auch kleine Formen fressen, eine Vielzahl von Kernen, und nur wenige bleiben zurück. Die Amöben zerfallen und trennen sich, nun einkernig geworden. Sie enthalten eine deutliche Vakuole und bilden siegelringartige Dauersporen. Es kann der Vorgang dieser „Bakteriophagie" soweit gehen, daß sämtliche Bakterien vernichtet werden und nur mehr Schatten und solche Siegelringe übrigbleiben. Es ist ergebnislos, nun noch Bakterien herausziehen zu wollen. Vornehmlich *Hippophaë*-Bakterien erliegen dem.

## Cyclogenie.

C. Genaues Studium der Cyclogenie eines *Azotobakter chroococcum* zum Vergleiche. a) Rein gestaltlich geschildert. Nicht bei diesen beiden Stämmen selber haben wir die Einzelheiten dieser „Cyclogenie“ eingehendst studiert. Hierzu eignen sich viel besser sehr große Formen, wie *Azotobakter*, Sporenbildner, *Bac. subtilis*, wegen der Einheitlichkeit des Ausgangsmaterials und *Coli*bakterien wegen der Möglichkeit, die Stämme bei verschiedener Temperatur zu ziehen und gerade die größeren Formen des „Cyclus“ durch Lithiumagar und tiefere Temperatur (28 Grad) zu begünstigen.

Es kann nicht im Sinne der Aufgabe eines solchen Referat über die Arbeiten von vier meiner Schüler KOCH, FLIEGEL, BORN und WILKE liegen, alle Einzelheiten zu bringen. Ich möchte auch an dieser Stelle die Mithilfe dieser Herren hervorheben und die Reifung der Gedankengänge, die von KUHN, ENDERLEIN, LÖHNIS, K. B. LEHMANN und ALMQUIST angeregt waren, infolge der häufigen Diskussion und kritischen Besprechung betonen. Wir stehen hier fraglos an dem Anfange einer neuen Phase der Bakteriologie. Ich bitte daher, auch unsere Gedankengänge als „gärenden Most“ zu betrachten und diese Stellungnahme im neuen Streit: HALLIER, PASTEUR als ein Problem, nicht als eine gelöste Sache hinzunehmen. Möge unser Leitspruch: „Errando non negando discimus“ uns und alle Beteiligten zu einem harmonischen Ziele, zu einer befriedigenden Lösung führen, ohne die Dinge in eine häßliche Polemik ausarten zu lassen.

Ohne viele Worte möchte ich an der Hand von Lichtbildern, aus absoluten Reinkulturen mit Hilfe der HEIDENHAINverfahren gewonnen, die Erscheinungen ohne Deutung vorbeiziehen lassen. Ich hebe dabei die fast völlige Identität der Beobachtungen mit denen von KUHN, LÖHNIS, ENDERLEIN und anderen ebenso hervor, wie ich den billigen, durch keine Sachkenntnis getrübten Einwand einer Verunreinigung zurückweisen muß. Nachmachen heißt es da und lange genug und an gut fixierten Präparaten oder lebend Dauerbeobachtungen anstellen, andere Urteile sind unmaßgebend. Ebenfalls K. B. LEHMANN hat solche Dinge beim Milzbrand beobachtet.

Beim Aussäen erscheinen die Langformen des *Azotobakter*. Diese sind gleichmäßig tingierbar. Daneben kommen Siegelringe und deren Keimungsprodukte als „Amöben“ mit Körnchen heraus. Auch die Keimungsformen der Sternringe des *Azotobakters* findet man.

Die Keimamöben entlassen die Körnchen, die Eigenbewegung haben. Diese legen sich an die Bakterien an. Sie dringen ein.

Solches ist natürlich nur durch Dauerbeobachtung erkennbar. Die Bakterien erhalten Löcher, in denen die Körnchen sind, und tanzen. (Ob BROWNsche Molekularbewegung?)

Die Körnchen vermehren sich und verlassen die nun leeren Schatten, um das Spiel von neuem zu beginnen. Die Schatten sind an Dunkelfeldbildern besser zu sehen.

Inzwischen sind die intakten Bakterien zu Kugeln geworden. Sie führen Ölvakuolen. Auch diese können von Körnchen befallen werden. Die Bilder sind nur nach HEIDENHAIN an dem Vorkommen von Körnchenlöchern zu erkennen.

Die intakten Bakterien sammeln Reservestoffe (Öl) und bilden beim Eintrocknen der Platte eine schleimige Hülle, ziehen den Inhalt zurück, und die Sternringformen, also Arthrosporen, bleiben übrig.

Inzwischen haben sich die Lochzellen mit Körnchen soweit entwickelt, daß der ganze Inhalt aus der Haut auskriecht und eine größere oder kleinere Menge bildet, ein Plasmodium. Das ist das Symplasma von LÖHNIS. In diesem bilden sich Körnchen heraus, und zuletzt ist alles ein Haufenwerk von Kokken geworden. Das erfolgt nesterweise, dabei weise ich wie LÖHNIS den billigen Einwand einer Verunreinigung zurück. Die Kokken vermehren und zerstreuen sich. Sie keimen zu kleinen Stäbchen. Diese überziehen das gesamte Gesichtsfeld. Sie führen immer Körnchen.

Bei Überimpfung auf neuen Nährboden entlassen die Stäbchen die Körnchen wie die Keimamöben.

Bei zu frühem Eintrocknen der Platten bilden sich aus dem Symplasma große Kugeln, die sofort zu siegelringartigen Gebilden kleinerer Ausgabe werden.

Sonst verschmelzen die Schmalstäbchen und bilden immer größer werdende Amöben mit vielen Kernen. Hieraus kommen entweder Amöben, die sich unmittelbar abrunden und Siegelringe bilden, oder aber es sind merkwürdige Formen, wie Hefen gestaltet, dazwischen geschaltet. Auch diese septieren sich und geben nun gram- und muchpositive Siegelringzellen.

Die Sternringe waren negativ. Das ist das Endbild der alten Kulturen. Die Siegelringe keimen zu den Amöben, welche Körnchen entlassen.

b) Deutungsversuche. Nun zur Deutung. Entweder wir haben eine Cyclogenie der Bakterien ganz eigener Art. Wir heben aber als Einwand die Erscheinungen d'HERELLES und die Unmöglichkeit, aus den Siegelringen und Symplasma *Azotobakter* zu erzeugen, hervor.

Oder wir haben Parasiten in den Bakterien nach Art von im Anfang winzigen, endotroph lebenden „Myxomyceten“. Es gibt einen „Myxomyceten“-kreislauf mit seiner Variierbarkeit und Zellkernen bzw. Nukleolen und einen Bakterienkreislauf. Der geschilderte Gang ist ein Aufeinanderlagern beider. Körnchen und Kerne, sowie die Siegelringe kennzeichnen den „Myxomyceten“, gleichmäßiges Plasma ohne Kern oder Körnchen die Bakterien.

An die Involutionsformen wird man allen Ernstes im alten Sinne nicht mehr glauben wollen.

Die Frage lautet: Hie „HALLIER“: Pleomorphismus der Bakterien. Sexualität der Bakterien. Es ist bald eine reine Diagnose unmöglich. Als Kuriosität des sich selbst Auffressens im Leben erscheint das d'HERELLES-Phänomen.

Hie „PASTEUR“: Die Bakterien sind immer gleich, sie haben ihren einfachen Cyclus. Die Phagie kommt von anderen, nicht immer winzig kleinen Parasiten. Pleomorphismus ist nur ein Mangel unserer Erkenntnis. Diesen Standpunkt nimmt mit uns PH. KUHN ein. Wer Recht hat, möge die Zukunft entscheiden.

### Vorgänge der Phagie in den Zellen der Knöllchen.

D. Phagie in der Zelle der Knöllchen (Bakteriorhizen). So verlockend es nun wäre, Ihnen noch mehr von unseren Forschungen zu erzählen, die bei mir seit 1918, also über 10 Jahre, laufen, so muß ich nun zu den Vorgängen innerhalb der Zelle der Knöllchen zurückkehren. Bei den Bakteriorhizen haben wir den günstigen Fall, daß das Plasma einen abschließenden Schlauch um die Bakterien-Kolonie bildet. Die Bakterien dringen in Plasma und Schleimstränge eingehüllt von Zelle zu Zelle vor. Es ist nur eine Frage der Differenziation und Färbung, ob man feinste „Pilzhyphen“ oder Bakterienzüge sieht. Wesentlich ist, daß ein Teil der Bakterien immer sehr bald die Körnchen führt und sich zugleich schlecht färbt. Die Bakterien vermehren sich nun in den Zellen. Die Körnchen schwellen an. Es kriechen Amöben heraus. Diese verschmelzen zu Großamöben. Die Zelle wird scheinbar von einer Anzahl von Kernsplittern mit gesonderten Nukleolen besiedelt. Die Phagenzellen isolieren sich. Nun haben wir das Stadium, das die alten Systematiker mit Recht als *Schinzia Alni* bezeichnet haben. Ich möchte auch diesen Namen für die Amöbenparasiten der Bakterien von *Hippophaë* und *Alnus* beibehalten.

### Kern der Pflanze.

E. Kern der Pflanze. Bisher war der Kern in Ruhe. Er wird nun ungeheuer aktiv. Im Anfang, bevor die Bakterien ein-

wanderten, hatte er zwar eine von Beginn an ausnehmende Größe und einen sehr großen Nukleolus. Während und kurz vor der Einwanderung der Bakterien mit ihren Parasiten hatte er einige Körnchen abgespalten. Während die oben geschilderten Prozesse verliefen, gab der Nukleolus gerundet bleibend große Teile ab, die sich als Randnukleolen (Prochromosomen oft irrtümlich genannt) an die Peripherie lagerten. Ihre Zahl wechselt.

Sobald die Amöben herauskommen, geht nun das Sichregen des Kernes los. (Stark differenzieren!) Er wird größer und amöboid, er zerteilt sich fast. Die Randnukleolen spalten kleine Körnchen ab, die sich als Vakuolen lösen. Auch der zentrale Nukleolus zerteilt sich mehr. Nun erscheint das „peptische“ Ferment der Zelle. Alles in der Zelle wird verdaut, sogar der eigene Kern stirbt ab und wird aufgelöst. Die Nachbarzellen zeigen sich nun im Kernbilde ähnlich und saugen und vergrößern sich. Es bleiben nur mehr die feinen Keratenchymstränge übrig (die „intercellulären Pilzhyphen“).

Ob nicht daneben wie bei Leguminosen in den Knöllchen parasitierende Pilze sich vorfinden, das müssen wir offen lassen, wir sahen in unseren Präparaten keine.

Da, wo bei *Alnus* die Restzellen übrigbleiben, findet die Lösung daselbst nicht statt. Die Amöben bilden Siegelringe, die Bakterien bleiben auch teilweise zurück. Es ist ein neuer Herd für die austreibende Neubildung von Anfang an gegeben. Ausblicksweise möchten wir die Ähnlichkeit mit den extrazellulären Vorgängen bei den Cycadeenknöllchen mit Nostoccineen andeuten.

## Zusammenfassung.

Wollen wir das Ganze kurz zusammenfassen, so können wir sagen: Die alte Deutung der vier Holländer, daß bei den Leguminosen Phagie innerhalb der Zellen zur Verdauung der Endophyten führe, bewährte sich auch bei *Alnus, Hippophaë* und Cycadaceae. Die Bakterien frißt der Phage *Schinzia Alni*. Diesen verzehrt die höhere Pflanze. Aus dem Kerne bilden sich die Fermente, und zwar ist wie so häufig (ob immer?) der Nukleolus das Depot, aus denen sie wahrscheinlich gebildet werden.

Zum Schlusse möchte ich noch mit Dank der Mithilfe meiner Mitarbeiter FLIEGEL, KOCH, BORN, VIERMANN und WILKE gedenken, die mich weitgehend bei diesen mannigfaltigen und schwierigen Forschungen unterstützten. Dieser Vortrag möge als eine vorläufige Mitteilung und Zusammenfassung ihrer Ergebnisse gedacht sein.

Danzig, 7. 8. 1929.

### Figurenerklärung zu Tafel (I).

Photogramme nach Präparaten aus Kulturen von *Azotobakter chroococcum*. Färbung: HEIDENHEINs Eisenhämatoxylin. Vergrößerung: 1300 ×.

Fig. 1: In 10 Std. alten Kulturen finden sich dunkle, breite Stäbchenzellen; ihr Inneres ist homogen; durch Einschnürung findet eine Teilung statt. Stellenweise zeigen sich Gruppen von sehr schwach gefärbten „amöben“-artigen Gebilden, die oft in „pseudopodien“-ähnlichen Fortsätzen Körnchen führen.

Fig. 2: Nach 26 Std. treten außer den breiten, „dunklen Stäbchen“ andere Zellen von gleicher Gestalt auf, die aber nur schwach gefärbt sind. Diese „bleichen Stäbchen“ führen innen (meist am Rande) 1–2 dunkle Körner.

Fig. 3: In 36 Std. alten Kulturen vollzieht sich der Übergang der dunklen Stäbchenzellen zu Kokkenformen. Bleiche Stäbchen sind ebenfalls sichtbar.

Fig. 4: In 86 Std. alten Kulturen ist der Übergang zur Kokkenform vollendet. Gleichzeitig sind in fast allen Zellen kugelige Reservestoffeinlagerungen vorhanden, die in fixierten und gefärbten Präparaten als ungefärbte Stellen das Bild einer groben Wabenstruktur hervorrufen. — An einzelnen Stellen verschmelzen, nach teilweiser Auflösung der Zellenmembran, die Inhaltskörper der Zellen; „Autolyse“; Beginn der Symplasmabildung.

Fig. 5: Nach 4½ Tagen sind aus den „Symplasma“-Haufen kleine, dunkle, kokkenartige Gebilde entstanden, die in mehr oder weniger großen Gruppen beisammenliegen.

Fig. 6: „Schmales Stäbchen“ (in der Mitte!) mit mehreren Einschlußkörnern (5 Tage alte Kultur).

Fig. 6a: Die Mitte von Fig. 6 mit dem „schmalen Stäbchen“ stärker vergrößert.

Fig. 7: Aus den schmalen Stäbchen werden die Einschlußkörner frei (nach Auflösung der Zellmembran).

Fig. 8: „Sternring-Dauerformen“, d. s. Kokkenzellen mit dicker, unregelmäßiger Gallertmembran (20 Tage alte Kultur).

Fig. 9: In alten Kulturen (ca. 3 Wochen) entstehen aus dem Symplasma große, dunkle, kokkenartige Gebilde.

Fig 10a u. b: Große Keulenzelle und große Fadenzelle mit kugelig verdickten und abgeschnürten Enden; beide mit Vakuolen und Körnchen im Innern (8 Wochen).

Fig. 11: „Sichelring-Dauerform“ (10 Wochen).

Fig. 12: Hypothetisches Kreislauf-Schema.

---

# (4.) Friedrich Hustedt: Untersuchungen über den Bau der Diatomeen.

(Mit 5 Figuren im Text.)

## IX. Zur Morphologie und Zellteilungsfolge von *Eunotia didyma* Grun.

Die Zellteilung der Diatomeen beginnt bekanntlich mit der pervalvaren Verlängerung der Mutterzelle, wobei die Mutterschalen auseinanderrücken, wenn nötig unter gleichzeitiger Verbreiterung der Gürtelbänder infolge Appositionswachstums. Die Anlage der neuen Scheidewand erfolgt in der Valvarebene in der Gürtelbandzone und zwar, und das ist besonders zu beachten, innerhalb des inneren Gürtelbandes. Daraus folgt, daß die neugebildeten Schalen stets Unterschalen sind, die aber nach vollendeter Teilung den zugehörigen Oberschalen bzw. deren Gürtelbändern fest anliegen müssen. Diese Lage ist für die eine der beiden Tochterschalen, die die Unterschale der Mutterzelle ergänzt, selbstverständlich, nicht aber für die andere, da zwischen ihr und der zugehörigen Oberschale das innere Gürtelband steckt (Fig. 1). Es klafft hier also eine buchstäbliche Lücke, von der die bisherige Literatur nichts erwähnt, die aber doch in dieser oder jener Weise vermieden werden muß. Bei dem größten Teil der Diatomeen stößt das auf keine Schwierigkeiten, da die meisten einen mehr oder weniger gewölbten Schalenmantel besitzen; die abfallende Wölbung genügt, um an dem Ende des inneren Gürtelbandes vorbeizukommen und sich dem äußeren, zugehörigen Gürtelband anzulegen (Fig. 2). Bei einem Teil der Diatomeen, wenn auch dem geringeren, ist jedoch die Valvarkante scharf ausgeprägt, Schalenmantel und -decke stoßen rechtwinklig aufeinander, sodaß wir ohne die Annahme besonderer Einrichtungen nicht auskommen. Für diesen Fall kommen nur zwei Möglichkeiten in Betracht, entweder vermag die junge Schale während ihrer Ausbildung um das Gürtelbandende herumzuwachsen, oder aber sie besitzt die Fähigkeit des sekundären Wachstums in bereits verkieseltem Zustande. Wie die Dinge in Wirklichkeit liegen, schildere ich jetzt an einer Bänder bildenden Art, komme aber auf die Möglichkeit des sekundären Wachstums später zurück.

Als Untersuchungsmaterial diente *Eunotia didyma* Grun. var. *elegantula* Hust. (A. SCHMIDT, Atl. Taf. 285, Fig. 14; 1913), die in

Südamerika sehr verbreitet ist, und von der mir reichlich Material vorliegt, das von Herrn Dr. F. C. HOEHNE, Sao Paulo, während der ROOSEVELT-RONDON-Expedition gesammelt wurde. Die Form

Fig. 1. Schematische Darstellung der Anlage der Tochterzellwände; v = Schalen, g = Gürtelbänder, t = junge Zellwand. — Fig. 2. Zellteilung bei *Achnanthes brevipes*. — Fig. 3. *Eunotia didyma* var. *elegantula* Hust., Ende einer Zelle, rechts die angrenzende Valva der Nachbarzelle; r = Verdickungsring. — Fig. 4. Dieselbe, Teilungsstadium. — Fig. 5. Dieselbe, Schalenansicht. — Fig. 2—5 Vergr. 1500/1.

bildet mehr oder weniger lange und breite Bänder, die Schalen sind hochgewölbt, mit zweibuckeligem Rücken, stark konkaver Ventrallinie und mehr oder weniger schnabelartig dorsal aufwärts gebogenen Enden (Fig. 5). Der Schalenmantel ist ziemlich breit

und stößt rechtwinklig auf die Valvarfläche, so daß eine scharfe Valvarkante entsteht. Die Untersuchung der Mantelflächen ergab, daß die Schalenmäntel nicht alle gleich gebaut sind, sondern daß ein Teil an der Basis einen nach außen verdickten Rand besitzt, der den Mantel um etwa Gürtelbanddicke verstärkt (Fig. 3). Die Teilungsstadien zeigten, daß von je zwei Schwesterschalen stets eine mit einem derartigen Verdickungsring ausgestattet ist, während der Mantel der anliegenden Schale glatt ist. Außerdem ging aus den Teilungsfiguren hervor, daß nur diejenige Tochterschale den Ring ausbildet, die die Oberschale der Mutterzelle zu ergänzen hat. Aus der Lage des Ringes und der Gürtelbänder innerhalb der Teilungsstadien ist aber zu schließen, daß der Verdickungsring dazu dient, die durch das eingeschobene Ende des inneren Gürtelbandes entstehende Differenz zwischen Ober- und Unterschale auszugleichen und der Hypotheka das Anlegen an die Epitheka zu ermöglichen (Fig. 4).

Die erste und bis heute außer dem von mir hier gegebenen Fall einzige Beobachtung eines solchen Verdickungsringes machte O. MÜLLER 1883 an *Melosira arenaria* Moore, er deutet ihn jedoch wesentlich anders. Nach seiner Ansicht entsteht der Ring ohne Beziehung zum inneren Gürtelband und soll lediglich diesem Zellteil in einer zweiten Wachstumsperiode als mechanisches Hemmungsmittel dienen, das dem Längenwachstum der Zelle Einhalt gebietet, indem es das weitere Appositionswachstum des inneren Gürtelbandes verhindern soll. An sich hängt aber dieses Wachstum von physiologischen Kräften der Zelle ab, und es ist mehr als zweifelhaft, ob dieser geringe mechanische Widerstand ausreichen würde, die lebendige Kraft des Wachstums zu überwinden. *Melosira arenaria* besitzt wie *Eunotia didyma* eine scharfe Valvarkante, und der Verdickungsring dient m. E. auch bei ihr dem gleichen Zweck, den ich oben für *Eunotia didyma* erwähnt habe.

Die Auffindung bestimmter, gesetzmäßiger Eigentümlichkeiten an einem Teil der Schalen einer Artgeneration gibt uns die Möglichkeit, die Zellteilungsfolge einwandfrei zu ermitteln, und diese Seite war auch der eigentliche Zweck meiner Untersuchungen an *Eunotia didyma*. O. MÜLLER ist es seinerzeit gelungen, für *Melosira arenaria* mit Hilfe des Verdickungsringes ein besonderes Teilungsgesetz nachzuweisen, das bislang für keine andere Art Gültigkeit hat. Es ist selbstverständlich, daß für solche Beobachtungen nur Diatomeen in Frage kommen können, die Bänder

oder Ketten bilden, in denen man eine größere Zahl von Zellen, die auseinander hervorgegangen sind, beieinander hat. Deren gibt es zwar eine große Menge, doch scheitert die Sache im allgemeinen stets daran, daß man in einem Zwillingspaar von Zellen Ober- und Unterschale der Mutterzelle nicht voneinander unterscheiden kann, so daß eine richtige Kombination und Rekonstruktion unmöglich ist. Es sind allerdings Größenunterschiede vorhanden, aber die sind unmeßbar gering, es können eben nur etwa vorhandene morphologische Eigentümlichkeiten, wie sie die beiden hier genannten Arten bieten, herangezogen werden. Ehe ich auf die Rekonstruktion der Entwicklung einiger Kolonien eingehe, ist es nötig, uns die Entwicklung einer keimenden Auxospore zu vergegenwärtigen. Ich bediene mich dabei derselben Zeichen, wie sie von O. MÜLLER in der erwähnten *Melosira*-Arbeit und von mir in meiner europäischen Diatomeenflora (RABENHORST, Flora, Bd. VII) verwandt wurden, es bedeutet also f = Oberschale (freie Schale), u = Unterschale (umschlossene Schale), ein unter f bzw. u stehender — zeigt das Vorhandensein des Verdickungsringes, eine 0 das Fehlen des Ringes an. Die Sporangialzelle ist als $\underset{\circ\circ}{fu}$ anzunehmen, weil die Ausbildung des Verdickungsringes erst mit der Entstehung der ersten Tochterschalen erfolgt.

1. Nach dem Binomialsatz entwickelt sich die Spore

```
                              fu                                  Spore
                              oo
                fu                        uf                      I. Teilung
                o-                        oo
       fu               uf          fu            uf              II. Teilung
       o-               o-          oo            -o
   fu      uf       fu      uf    fu      uf    fu      uf        III. Teilung
   o-      o-       oo      --    o-      oo    -o      -o
 fu  uf  fu  uf   fu  uf  fu  uf  fu  uf  fu  uf  fu  uf  fu  uf  IV. Teilung
 o-  o-  oo  --   o-  oo  -o  --  o-  o-  oo  -o  --  oo  -o  -o
```

2. Nach dem Teilungsgesetz mit verzögerndem Faktor entwickelt sich

fu Spore
oo

fu uf I. Teilung
o- oo

fu uf uf II. Teilung
o- o- oo

fu uf uf fu uf III. Teilung
o- o- o- oo -o

fu uf uf fu uf fu fu uf IV. Teilung
o- o- o- oo -- oo -o -o

Aus diesen beiden Reihen geht hervor, daß

1. die Außenschalen vollständiger Kolonien stets von der Form f sind, — 2. eine regelmäßig gebildete Reihe einer sich nach dem Binomialsatz vermehrenden Art nur Zwillingsgruppen von der Form fu uf enthält, — 3. beim Auftreten eines verzögernden Faktors außer den Zwillingsgruppen noch regelmäßig Drillingsgruppen von der Form fu uf uf oder fu fu uf vorkommen müssen, — 4. die Oberschale einer Zelle mit u die Unterschale der Mutterzelle war.

Um das für *Eunotia didyma* gültige Teilungsgesetz zu beweisen, gebe ich die Formel von zwei Bändern und die Rekonstruktion ihrer Entwicklungsreihen.

I. fu uf fu uf fu uf fu uf fu uf fu uf fu uf 1.
o- o- oo -- o- oo -o -- o- o- oo -o -- oo

fu uf fu uf fu uf fu 2.
o- o- oo -- o- oo -o

fu uf fu u(f) 3.
o- o- oo -

fu u(f) 4.
o- o

f(u) 5.
o

Das aus 14 Zellen bestehende Band enthält nur Zwillingszellen, in denen die gleichmäßig entwickelten Pervalvarachsen auf dasselbe Alter der einzelnen Individuen hindeuten, so daß eine Vermehrung nach dem Binomialsatz schon aus der Formel des Bandes hervorzugehen scheint. Dem widerspricht scheinbar die Zahl 14, denn eine Betrachtung der Außenschalen, die beide von der Form $\underset{c}{f}$ sind, läßt zunächst auf die Vollständigkeit der Kolonie schließen. Die Rekonstruktion ergibt aber schon in Reihe 2 ein anderes Bild. Sie zeigt, daß die Endzelle $\underset{c\,o}{uf}$ zur Unterschale $\underset{c}{u}$ wird, sodaß in Reihe 3 ein freies $\underset{-}{u}$ bleibt, das nur durch ein $\underset{c}{f}$ ergänzt werden kann. Die weitere Rekonstruktion beweist den absolut regelmäßig erfolgten Verlauf der Zellteilung nach dem erwähnten Gesetz. Vollständiger ist das zweite Beispiel.

II.

```
 fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf  fu uf     1.
 -o -o  -- o-  oo --  o- oo  -o -o  -- o-  oo -o  -- oo  -o --  o- o-  oo --

  uf     fu     uf     fu     uf     fu     uf     fu     uf     fu     uf       2.
  -o     --     o-     oo     -o     --     oo     -o     --     o-     o-

(u)f        fu          uf          fu          uf          fu                  3.
 o          --          oo          -o          --          o-

                 fu                       uf                       f(u)         4.
                 -o                       --                        o

                              uf                                                5.
                              --
```

Auch dieses aus 22 Zellen bestehende Band ist unvollständig, wie aus den beiden $\underset{-}{f}$ als Außenschalen, besonders aber aus dem zu ergänzenden u in Reihe 3 und 4 hervorgeht; auch kann die Zelle uf in Reihe 5 nicht die Ausgangszelle des Fadens gewesen sein. Trotzdem zeigt das Schema II, daß sich die Zelle $\underset{--}{uf}$ (Reihe 5) während der vier nächsten Teilungen durchaus nach dem Binomialsatz vermehrt hat.

Es ist selbstverständlich, daß sich mit zunehmender Zahl der Zellen die Teilungen nicht mit mathematischer Genauigkeit vollziehen und hier und da Störungen eintreten, so daß man beim Untersuchen längerer Bänder hin und wieder auf Abweichungen stößt. Einen sehr unregelmäßigen Aufbau zeigt z. B. folgendes Band:

```
 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
fu uf fu uf uf fu fu uf fu uf fu uf fu uf uf fu fu uf fu uf fu uf fu uf f    1.
oo -- oo -o -o -- oo -- oo -- o- oo -- oo -- o- oo -- oo -o -- oo -o -o -

  uf    uf   nf fu   uf   uf    fu    fu   uf fu   uf    uf    fu    uf      2.
  o-    oo   -o --   o-   o-    oo    -o   -- o-   o-    oo    -o    -o

               fu    uf    fu    uf    fu    uf    uf                        3.
               --    o-    oo    --    o-    oo    -o

                  fu        uf         fu         uf                         4.
                  --        o-         oo         -o

                      fu                   uf                                5.
                      --                   oo

                                fu                                           6.
                                -o
```

In diesem Schema treten Drillingsgruppen auf, die aber auf Unregelmäßigkeiten zurückgeführt werden können, demnach nicht auf einen etwaigen besonderen Teilungsmodus schließen lassen. Zelle $\underset{-o}{\text{fu}}$ in Reihe 6 ist die Ausgangszelle für die Zellen 6—24 in Reihe 1. Sie hat sich anfänglich regelmäßig geteilt, in der 3. Teilungsperiode unterbleibt jedoch die Teilung in der rechten Endzelle, so daß in Reihe 3 nur 7 statt 8 Zellen erscheinen. In der 4. Periode teilen sich von diesen 4 Zellen 3 nicht, in der 5. Periode sind es aber von den 11 Zellen auch nur 3, die in Ruhe verbleiben. Bei *Melosira arenaria* ist es stets die kleinere Tochterzelle, die während der nächsten Teilungsperiode unverändert bleibt, in dem vorliegenden Band von *Eunotia didyma* sind unter den 7 Zellen 3 kleinere und 4 größere Tochterzellen, die eine Periode übersprungen haben! Die Zellen 1—5 (Reihe 1) sind nach links zu kombinieren, wie Reihe 2 deutlich zeigt. Dabei ist das Verhalten der Zelle 5 (Reihe 1) zu beachten, die mindestens drei Teilungsperioden ohne Veränderung hat vorübergehen lassen, da ihre Kombination nach links im günstigsten Falle in Reihe 5 erfolgen kann. Trotz der Unregelmäßigkeiten läßt also auch dieses Band das Grundprinzip in der Vermehrung nicht verkennen, und so kann man, die Ergebnisse aus den drei Beispielen zusammenfassend, feststellen, daß sich bei *Eunotia didyma* die Zellteilungsfolge nach dem Binomialsatz vollzieht. An sich

ist dieses Gesetz nichts Neues und schon vor langer Zeit experimentell durch Kulturversuche von MIQUEL an einzeln lebenden Diatomeen bewiesen. Aber die vorliegende Darstellung ist der erste Fall, in dem das PFITZERsche Gesetz mit Hilfe eines morphologischen Merkmals an einer Kolonien bildenden Diatomee, und zwar an natürlichem, nicht kultiviertem Material, nachgewiesen werden konnte.

Ich habe eingangs auch die Möglichkeit des sekundären Wachstums als eventuelles Mittel erwähnt, die bei der Zellteilung gewisser Diatomeen notgedrungen entstehende Lücke zwischen Hypo- und Epitheka auszugleichen, und so will ich auch auf diesen Punkt noch näher eingehen. M. E. spricht das Vorhandensein eines Verdickungsringes, wie er bis jetzt für zwei Arten nachgewiesen ist, aber sicher auch anderen, ähnlich gebauten Formen zukommen wird, gegen ein späteres Wachstum der verkieselten Membran, denn dann wäre der erwähnte Ring überflüssig. Andererseits ist nicht zu verkennen, daß die stetige Verkleinerung der Zellen während der Teilung und das immerhin seltene Auftreten von Auxosporen die Annahme eines sekundären Wachstums wahrscheinlich machen, das nach den bisherigen Angaben sowohl als Appositions- als auch als Intussusceptionswachstum wirken soll. Appositionswachstum finden wir tatsächlich bei den Diatomeen, und zwar bei den Gürtelbändern, wenn sie sich in pervalvarer Richtung verbreitern, um den nötigen Raum bei der Zellteilung zu schaffen, dabei sind aber die Zuwachsringe stets, wenn auch nicht immer leicht, sichtbar. Für das in apikaler bzw. transapikaler Richtung liegende Wachstum der Schalen kann jedoch diese Form der Vergrößerung gar nicht in Frage kommen, da die Schalen sämtlicher Diatomeen einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Mantel besitzen, der aber pervalvar gerichtet ist, sodaß ein Appositionswachstum, das naturgemäß nur am Rande des Schalenmantels ansetzen kann, wohl eine pervalvare Verlängerung der Zelle in gleichem Sinne wie die Gürtelbänder bewirken könnte, niemals aber eine Vergrößerung der Schalen in dem beabsichtigten Sinne, d. h. in apikaler Richtung. Aber auch bei der Annahme des Intussusceptionswachstums ergeben sich Schwierigkeiten, die die Theorie vom sekundären Wachstum höchst unwahrscheinlich machen. Ich mache aufmerksam auf die sehr kompliziert gebauten und gekammerten Schalen vieler Diatomeen, z. B. der Arten der Gattungen *Triceratium* und *Coscinodiscus*, die oft noch einen abweichend strukturierten Rand aufweisen, bei denen ein Intussusceptionswachstum unmöglich erscheinen muß. Bei vielen

pennaten Diatomeen einfacherer Bauart haben die mittleren Streifen eine andere Richtung als die vor den Polen stehenden. Der Richtungswechsel ist bei denselben Arten konstant und immer an dieselbe Stelle gebunden, ein sekundäres Wachstum aber würde eine Schwenkung dieser Streifen an der verkieselten Membran erfordern, die schwerlich nachgewiesen werden kann, nach meiner Ansicht ebenfalls unmöglich ist. Ebenso müßte die Entfernung der Strukturelemente voneinander bei den größeren Individuen erheblich größer sein als bei den kleinen Formen derselben Art, auch das trifft nicht zu. Endlich bleiben noch die Gallertporen zu erwähnen, die bei vielen Diatomeen nachgewiesen sind. Sie stehen entweder im Schalenmantel oder in der Valvarfläche, ragen aber stets als mehr oder minder starke, kegel- oder warzenförmige Membranverdickungen ins Zellinnere hinein, bei manchen Arten, insbesondere auch bei *Eunotia didyma*, sind sie von beträchtlicher Größe. Bei einer Verlängerung der Schalen in apikaler Richtung müßten diese Gallertporen verschwinden, sich in normale Poren verwandeln und durch neue ersetzt werden, so daß sich phylogenetisch die normalen Poren auf Gallertporen zurückführen ließen. Wo bleiben dann aber die starken Membranverdickungen, die dazu noch besonders stark verkieselt sind? Jedenfalls müßten sich doch zahlreiche Entwicklungsstadien auffinden lassen, in denen mehrere Gallertporen gleichzeitig sichtbar sind, denn ehe der eine Porus verschwindet, muß der andere arbeitsfähig sein. Ich habe zahlreiche Diatomeen auf Gallertporen untersucht, aber nicht in einem einzigen Falle auch nur Andeutungen dafür finden können, die eine derartige Metamorphose der Gallertporen vermuten lassen. Ich halte die Gallertporen ihrem ganzen Wesen nach überhaupt für sekundäre Gebilde, die nach Bedarf aus normalen Poren entstanden sind, sich aber nunmehr nicht mehr in solche zurückverwandeln können.

Wenn ich schon eine Reihe von Gründen angeführt habe, die gegen die Annahme eines sekundären Wachstums der verkieselten Membran sprechen, so will ich aber doch noch die Frage aufwerfen, ob wir denn überhaupt gezwungen sind, bei allen Diatomeen eine häufige Auxosporenbildung anzunehmen, denn die Seltenheit dieser Sporen bei vielen Diatomeen ist die Ursache der Theorie vom sekundären Wachstum der Schalen, da die durch die Art der Zellteilung bedingte Verkleinerung auf jeden Fall kompensiert werden muß. Die Größenabnahme der Zellen beträgt bei jeder Zellteilung für die kleinere Tochterzelle 2d, wenn d die Wandstärke der Gürtelbänder bezeichnet. Diese Wandstärke ist

im allgemeinen aber fast unmeßbar dünn und nimmt außerdem nach MIQUEL bei jeder Zellteilung ebenfalls noch ab nach der Formel $x = \frac{d - d_1}{n}$, wobei n die Zahl der Zellteilungen bedeutet, die zwischen den Zellen mit den Gürtelbändern d bzw. $d_1$ liegen, sodaß die Dicke der Gürtelbänder in den aufeinander folgenden Zellen d, d—x, d—2x, d—3x .... d—nx beträgt. Der Unterschied in der Länge der Apikalachse ist aber bei den meisten Diatomeen sehr beträchtlich und beträgt bei *Synedra ulna* z. B. mindestens 200 $\mu$, während die doppelte Gürtelbanddicke 0,25 $\mu$ sicher nicht übersteigt. Unter Berücksichtigung der obengenannten Formel sind daher mehr als 1000 Teilungen nötig, ehe eine Sporangialzelle Zellen kleinster Form hervorgebracht hat, und dazu reicht eine Vegetationsperiode nicht aus. Aber selbst wenn das der Fall wäre und auch ein erheblicher Teil der Zellen zugrunde ginge, so würde die Zahl der zur Auxosporenbildung schreitenden Zellen innerhalb der ungeheuren Menge vegetativer Individuen so unbedeutend sein, daß ihr seltenes Vorkommen in keiner Weise erstaunlich ist.

Zum Schlusse will ich noch auf einen Punkt hinweisen, der im allgemeinen keine Beachtung gefunden hat, aber sicher mit von ausschlaggebender Bedeutung ist: die Elastizität der Membran. Sie wird bei dünnwandigen Formen hinreichen, die Verkleinerung bei der Zellteilung durch ein geringes Nachgeben der Membran zum größeren oder geringeren Teile zu kompensieren, und bei langgestreckten Formen besonders in der Richtung der Transapikalachse wirken, da der hier einer Verkleinerung verfügbare Spielraum erheblich geringer ist als in apikaler Richtung.

Ich glaube deshalb, daß von allen bisher angegebenen Argumenten kein Grund als zwingend angesehen werden kann, bei den Diatomeen ein sekundäres Wachstum, das der Verlängerung der Schalen in apikaler Richtung dient, anzunehmen, sondern daß im Gegenteil viele Tatsachen gegen eine solche Annahme sprechen. Ich halte daher ein sekundäres Wachstum in dem genannten Sinne nicht nur für vorläufig noch nicht erwiesen, sondern überhaupt für wenig wahrscheinlich, und sehe einstweilen in der Auxosporenbildung das einzige Mittel, die Zellgröße wieder auf ein maximales Maß zu bringen

---

Literaturverzeichnis.

GEMEINHARDT, K., Beiträge zur Kenntnis der Diatomeen, IV, V. Berichte Deutsch. Bot. Ges. 45. 1927; 46. 1928.

HUSTEDT, F., Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete, H. 1, 1927.

MÜLLER, O., Die Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira arenaria* Moore. Jahrb. f. wissensch. Bot. 14, 1883.

---

## (5.) G. Friesen: Neue Untersuchungen über Samenvorbehandlung und ihre Folgen für die Keimpflanzen.

(Aus dem Botanischen Institut der Techn. Hochschule in Braunschweig.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

Vor einigen Jahren berichtete GAIN (1) über Versuche, in denen Karenzerscheinungen bei *Helianthus*keimlingen als Folge der Hitzevorbehandlung der Samen mit Hilfe von KNOPscher Lösung beseitigt werden konnten. In einer früheren Arbeit (2) machte ich die Feststellung, daß tatsächlich eine weitgehende Heilung von willkürlich durch Samenvorbehandlung verursachten Schäden sich auf diese Weise erzielen läßt, ohne damals diesem Problem weiter nachzugehen.

Die Versuche, über die hier kurz berichtet werden soll, gehen von diesen Resultaten aus, von denen das folgende Protokoll ein genaues Bild gibt.

Versuch I. Einen Tag in reiner Luft vorgequollene Körner von *Zea mais* wurden in $SO_2$-Atmosphäre (2,12 % $SO_2$ sol.) weitergequollen (vgl. hierzu FRIESEN l. c.). Nach vier Tagen sorgfältig abgespült und zusammen mit nicht vorbehandelten, gleich alten Kontrollen in Leitungswasser aufgezogen, ergaben sie umstehendes Keimungsbild (Abb. 1).

Am fünften Tage wurde das Wasser in den Keimbetten durch KNOPsche Lösung ersetzt; die sprunghafte Erhöhung in der Zahl der ausgebildeten Versuchskoleoptilen zeigt, wie frappant die Nährlösung gewirkt hat: die anfangs stark in der Ausbildung zurückgebliebenen, vorbehandelten Versuchspflanzen hatten in kürzester Zeit die Kontrollen nicht nur eingeholt, sondern sogar bedeutend überflügelt.

Keimprozente

100 90 80 70 60 50 40 30 20 10

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8 9. 10. Tag

——— = Versuch - - - - = Kontrolle

Abb. 1.

Zu den weiteren Versuchen wurden zunächst Bohnen (*Vicia faba*) verwendet, die teils ungequollen, teils in reinem Wasser vorgequollen mit Hitze (70° C) oder heißem Wasser verschieden lange behandelt wurden. Als Nährlösung wurde anstelle der KNOPlösung ein wässeriger Extrakt aus zerstoßenen, unbehandelten Bohnen verwendet, der durch dreistündiges Ausziehen mit destilliertem Wasser von Zimmertemperatur hergestellt wurde. Zur Verwendung des Extraktes führte der Gedanke, daß die durch die Vorbehandlung der Samen zerstörten „genuinen Komplexe" unbekannter Konstitution in ihm aktiv enthalten sein könnten, sodaß durch seine Anwendung den geschädigten Samen gerade diejenigen Stoffe zugeführt werden müßten, die, durch die Behandlung zerstört, für die Hemmungen der Keimung und Entwicklung der Versuchspflanzen verantwortlich zu machen wären. Andererseits mußte aber auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß diese Stoffe im genuinen Extrakt in einer Molekulargröße vorhanden sein könnten, die ein Eindringen in den geschädigten Organismus auf osmotischem Wege unmöglich machte. Um trotzdem die Endosmose — wenigstens der Spaltprodukte dieser chemischen Körper — zu ermöglichen, wurde ein Teil des Extraktes 10 Minuten lang im Wasserbad auf 92—94° C erhitzt. Durch diese Behandlung trat eine schon äußerlich an der

Verfärbung erkennbare Veränderung des genuinen Extraktes ein, die auch auf eine Veränderung seines physiologischen Wertes schließen ließ.

Über die ausführlichen Versuche, ihre Ergebnisse sowie deren theoretische Deutung wird in kurzer Zeit a. a. O. umfassend berichtet werden; in dieser kurzen Mitteilung sollen zunächst nur die prinzipiellen Ergebnisse erörtert werden.

Den Nährwert des genuinen und „gekochten“ Extraktes zeigen die beiden folgenden Versuche, die mit *Vicia faba* durchgeführt wurden.

Versuch II. *Vicia faba* vier Tage in reinem Wasser vorgequollen, dann 30 Minuten lang im Thermostaten mit Hitze von 70° C behandelt; nach der Behandlung zur Weiterentwicklung in Petrischalen auf Fließpapier ausgelegt und zwar in folgenden Medien:

A. Vorbehandelt auf destilliertem Wasser;
B. „ „ genuinem Extrakt;
C. „ „ gekochtem Extrakt;
Kr. Nicht vorbehandelte Kontrollen auf Leitungswasser.

Der Verlauf der Entwicklung geht aus Abb. 2 hervor.

Abb. 2. Erklärung im Text.

Versuch III. *Vicia faba* ungequollen 25 Minuten lang mit Wasser von 65° C behandelt; Aufzucht und Nährmedien wie bei Versuch II. Verlauf der Entwicklung:

Abb. 3. Erklärung im Text.

In den beiden vorstehenden graphischen Darstellungen gibt Kurve A das tatsächliche Maß der Schädigung an, da den Samen nach der Vorbehandlung lediglich destilliertes Wasser zur Verfügung stand. Die Schädigungen wurden in jedem Falle durch Verabreichung gekochten Extraktes (C) um annähernd 50 % ausgeglichen, während genuiner Extrakt (B) nicht nur unwirksam war, sondern — wahrscheinlich hauptsächlich infolge überhandnehmender Verseuchung der Keimbetten mit Mikroorganismen — Keimprozente und Entwicklung auf ein Minimum herabdrückte. Eine Reihe ähnlicher Versuche lieferte stets gut übereinstimmende Resultate.

Es lag nach diesen Versuchen nahe, die Erfahrungen auch in anderer Richtung zu verwerten. Vor einigen Jahren konnte ich zeigen (2), daß die Vorbehandlung von lufttrockenen Haferkörnern mit trockener Hitze ($2^h \times 70^0$ C) eine Störung im Ablauf der Georeaktion bei den Koleoptilen bewirkt, derart, daß infolge nachträglichen Abbaues der Statolithenstärke (vgl. hierzu auch

KERN, 3) der Eintritt der Reaktionen verzögert und die Reaktionswinkel beträchtlich verkleinert werden. Die Versuche mit *Vicia*-Extrakten ließen vermuten, daß auch die Schädigungen des geotropischen Reaktionsvermögens bei vorbehandelten *Avena*-Koleoptilen durch Verabreichung gekochten Extraktes aus Haferkörnern behoben werden könnten; weiterhin sollte ein Ersatz des Extraktes durch eine geeignete Nährlösung angestrebt werden, um durch Variation der Lösungskomponenten eventuell einen tieferen Einblick in den Chemismus geotropischer Vorgänge zu erhalten.

Über die in dieser Richtung angestellten zahlreichen, sehr mühsamen Versuche und ihre Ergebnisse wird ebenfalls in kurzer Zeit ausführlich berichtet werden. Hier sei nur so viel gesagt, daß tatsächlich durch Verabreichung gekochten Extraktes die Schädigungen des geotropischen Verhaltens der Keimpflanzen behoben werden können, wie aus folgendem Versuchsprotokoll hervorgeht.

Versuch IV. Gelbhafer, ungequollen 2 Stunden lang mit 70° C lufttrocken im Thermostaten behandelt, wurde zum Anquellen dunkel in Petrischalen auf Fließpapier in folgenden Medien ausgelegt:

A. Vorbehandelt auf destilliertem Wasser;
C. „ „ gekochtem Extrakt;
Kr. Nicht vorbehandelte Kontrollen auf Leitungswasser.

Nach zweitägigem Anquellen in Gartenerde pikiert und etioliert aufgezogen, wurden die Koleoptilen geotropisch gereizt (Methode vgl. FRIESEN l. c.). Der zahlenmäßige Verlauf der geotropischen Reaktionen ist aus den folgenden Tabellen zu ersehen.

Reizdauer 20 Min.

Beginn $19^{10h}$; t = 19° C.

| $19^{10}$ | A | C | Kr |
|---|---|---|---|
| $19^{40}$ | 0 | 0 | 0 |
| $20^{00}$ | 17 % | 37 % | 44 % |
| $20^{20}$ | 60 % | 87 % | 94 % |

Dauerreiz.

Beginn $15^{45h}$; t = 19° C.

| $15^{45}$ | A | C | Kr |
|---|---|---|---|
| $15^{55}$ | 0 | 0 | 0 |
| $16^{15}$ | 43 % | 70 % | 62 % |
| $16^{35}$ | 71 % | 100 % | 100 % |

Versuch V. Material Gelbhafer, Vorbehandlung wie bei Versuch IV; einer Anzahl vorbehandelter Körner wurde anstelle des gekochten Extraktes eine Nährlösung verabreicht, die in einem Liter doppelt destillierten Wassers (das Wasser war bei der Destillation nur mit Gefäßen aus Jenaer Glas in Berührung gekommen) folgende Salze gelöst enthielt:

$$Ca(NO_3)_2 = 1{,}0;\ Mg(NO_3)_2 = 0{,}25;\ NaH_2PO_4 = 0{,}25;$$
$$K_2SO_4 = 0{,}25;\ FeCl_3 = \text{Spuren}.$$

Der Versuch setzte sich demnach aus folgenden vier Reihen zusammen, die gleichzeitig beobachtet wurden:

A. Vorbehandelt auf destilliertem Wasser;
C. „ „ gekochtem Extrakt;
D. „ „ Nährlösung;
Kr. Nicht vorbehandelte Kontrollen auf Leitungswasser.

Anzucht und geotropische Reizung wie bei den vorherigen Versuchen.

Reizdauer 20 Min.



Abb. 4. Erklärung im Text.

Dauerreiz.

Reaktionsprozente

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Nach 30 60 120 Minuten

······ = Kr ——— = D – – – – = C —·—·— = A

Abb. 5.

Bei allen derart durchgeführten Versuchen zeigte sich übereinstimmend, daß durch Verabreichung gekochter Extrakte nach der Vorbehandlung die auftretenden Schädigungen im Ablauf der geotropischen Reaktionen behoben werden können, und weiterhin, daß auch die verwendete Nährlösung denselben Effekt erzielt.

Die bisherigen Versuche waren durchweg ohne Berücksichtigung der während des Anquellens in den Keimbetten zahlreich auftretenden Mikroorganismen durchgeführt worden. Um zu prüfen, wie weit u. U. die durch die Tätigkeit der Bakterien veränderte $O_2$-Tension im Keimbett an der Regeneration der durch die Vorbehandlung geschädigten Komplexe beteiligt sein könnte, wurden die vorbehandelten Haferkörner zum folgenden Versuche nach der Behandlung sterilisiert. Für diesen Zweck erwies sich eine Lösung von Calciumhypochlorid (10 = 150) als sehr geeignet, in der die Körner nach Art der Tauchbeizen eine Stunde lang gebadet wurden. Nach sorgfältigem, sechsmaligen Abspülen mit sterilem destillierten Wasser wurden die Körner in die betreffenden

sterilisierten Nährlösungen gebracht und nach zwei Tagen Abstriche auf Agar gemacht, um die bakterizide Wirkung der Beize zu prüfen. Es zeigte sich, daß selbst nach zweitägigem Aufenthalt im Brutschrank auf dem Agar keinerlei Mikroorganismen vorhanden waren, während nach gleicher Zeit auf den ungebeizten Kontrollen eine üppige Mikroflora wucherte.

Der folgende Versuch VI erfuhr des weiteren insofern eine Abänderung, als den vorbehandelten Haferkörnern anstelle gekochten Extraktes eine 0,5 %ige $NaNO_3$- bzw. eine 0,5 %ige NaCl-Lösung (beide steril) zum Ankeimen geboten wurden. Demnach enthielt der Versuch fünf Reihen (Vorbehandlung: ungequollene Körner 2 Stunden bei 70° C lufttrocken im Thermostaten):

V. Vorbehandelt, gebeizt, auf destilliertem Wasser;
VN. „ „ „ Nitratlösung;
Vsz. „ „ „ Kochsalzlösung;
Cl. Nicht vorbehandelt, gebeizt, auf Leitungswasser;
Kr. „ „ nicht gebeizt, auf Leitungswasser.

Aufzucht und geotropische Reizung wie bei den vorigen Versuchen. Reizdauer: 20 Min.; Beginn: $9^{10\,h}$; Temp.: 21° C.

Verlauf der Georeaktion:

| | V | VN | Vsz | Cl | Kr |
|---|---|---|---|---|---|
| $9^{50}$ h | 4 % | 19 % | 6 % | 15 % | 24 % |
| $10^{00}$ h | 22 % | 38 % | 38 % | 50 % | 52 % |
| $10^{10}$ h | 57 % | 88 % | 75 % | 73 % | 97 % |
| $10^{30}$ h | 83 % | 88 % | 75 % | 81 % | 97 % |

Das vorstehende Versuchsergebnis zeigt, daß die Beizung der Körner mit Calciumhypochlorid eine nur geringe Nachwirkung auf die reizphysiologischen Funktionen der Keimlinge ausgeübt hat; des weiteren geht aus der Tabelle hervor, daß sowohl die Nitrat- wie auch die Kochsalzlösung (VN und Vsz) einen Ausgleich der durch die Vorbehandlung verursachten Schädigungen (V) herbeigeführt haben, daß aber die Stickstofflösung bedeutend wirksamer war.

Eine Deutung dieser Befunde scheint mir heute noch verfrüht; sie soll erst später nach Abschluß der noch laufenden Arbeiten — soweit sie überhaupt möglich ist — versucht werden. Immerhin läßt sich jetzt schon soviel sagen, daß bei den im Vorliegenden behandelten Problemen nicht nur ernährungsphysiologische, sondern mit größter Wahrscheinlichkeit auch osmotische Faktoren eine Rolle spielen dürften.

Gewisse Unregelmäßigkeiten bei geotropischen Versuchen lassen darauf schließen, daß auch der Nachreifegrad des verwendeten Saatgutes nicht ohne Einfluß auf den Ablauf reizphysiologischer Reaktionen sowie auf das Ausmaß der durch geeignete Samenvorbehandlung verursachten Schädigungen zu sein scheint; jedoch sind ausgedehnte Untersuchungen über diese Frage noch lange nicht abgeschlossen, sodaß ihre Beantwortung auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden muß.

Braunschweig, Botanisches Institut, im Oktober 1929.

---

**Zitierte Literatur.**

1. GAIN, Compt. rend. soc. de biologie 87, 1922.
2. FRIESEN, Jhrb. wissensch. Bot. 65, 1926.
3. KERN, Ztschr. f. Bot. 21, 1928.

## (6.) Hans Pfeiffer: Über die Erscheinungen bei der Verkieselung von Pflanzenzellen, insbesondere derer der Cyperaceen.

(Gekürzte Zusammenfassung.)

---

1. Ziel der Untersuchungen war, unter Ausschluß von Verkieselungen an Membranzwickeln und in eigenartigen sphärischen Ablagerungen die $SiO_2$-Abscheidung in den DUVAL-JOUVEschen Körperchen der Kegelzellen der Cyperaceen im Vergleich mit den Kieselgebilden anderer, meist monokotyler Familien, nach Natur und kausaler Abhängigkeit zu beschreiben. Insbesondere war die Frage zu lösen, ob die DUVAL-JOUVEschen Körper gleich den RASDORSKYschen bei manchen Gramineen in den Membranen eingeschlossen sind oder, wie nach früherer Mitteilung (1) eher anzunehmen ist, der Membran aufsitzen und nackt ins Lumen der Zelle vorspringen. Gleichzeitig sollte die Beziehung der Kegelzellen zum Festigungsgewebe nochmals näher beleuchtet werden.

2. Der Nachweis des $SiO_2$ erfolgte durch Aufhellung der Gewebe mittels konzentrierter Karbolsäure (Phenol) und durch angestellte Färbungsversuche. Statt der früher versuchten Infiltration der Gewebe in leicht siedendem Phenol ist die Durchtränkung mit Hilfe des Transpirationstromes vorgenommen worden, da dadurch auch weiche Gewebe die zum Schneiden erwünschte Konsistenz erhalten, die starke Geruchsbelästigung herabgesetzt wird und gleichzeitig eine große Menge Untersuchungsmaterial im Reihenversuch bei geringstem Phenolverbrauch durchtränkt werden kann. Außerdem fällt die Schwierigkeit der leichten Auskristallisierung des Phenolmediums im Präparat weg, da nunmehr in kaltem Phenol untersucht wird. Schließlich eignet sich dieser Kunstgriff auch zur Einführung vieler Farbstoffe, für die Phenol ein gutes Lösungsmittel darstellt. Versuche mit Substanzen sehr verschiedenen Dispersitätsgrades und unterschiedlicher Hydratationswerte haben die Brauchbarkeit der Methode erwiesen.

3. Die Charakterisierung und Klassifizierung der Kegelzellen ist bereits an anderer Stelle (2) gegeben worden. Die frühere Beschreibung der $SiO_2$-Abscheidung (1) als einer Adsorption des Hydrosols an Zelluloselamellen ist bestätigt worden. Trotz der Plötzlichkeit des Verkieselungsvorganges ist die Auf-

findung von Entwicklungsstufen am Grunde junger Internodien an weiteren Objekten gelungen, so z. B. sehr schön an *Carex gracilis* Curt., *C. Goodenoughii* Gay und *Scirpus lacustris* L. Von einer ± kreisförmigen Scheibe oder einem geschlossenen oder unterbrochenen Ringe auf der Basalmembran der Zelle her werden die Kegel durch ein nicht immer gleichmäßiges Wachstum aufgebaut.

4. Trotz der technischen Verbesserungen, die eine schnelle Bearbeitung großer Materialmengen gestatten, bleibt die Untersuchung der Wandverhältnisse ziemlich schwierig. In älteren Internodien läßt sich der Kieselkörper unmittelbar bis an die also ebenfalls verkieselte Mittellamelle verfolgen, in jüngeren besteht letztere auch noch nach deutlicher Anlegung des DUVAL-JOUVEschen Körperchens aus unverkieselten Pektinen. Nach den gewöhnlich zur Beobachtung gelangenden Bildern grenzt der Kieselkörper außen direkt an das Lumen der Zelle. Färbungen mit Chlorzinkjod oder die Anwendung verdünnter Kalilauge lassen gewöhnlich keine Einzelheiten erkennen, möchten aber zuweilen auf das Vorhandensein einer besonderen Grenzschicht am Außenrande des Kieselkörpers hinweisen. Sofern jene Begrenzung nicht durch besondere Lichtbrechungsverhältnisse hervorgerufen wird, vielleicht weiter nichts als die BECKEsche Linie der Mineralogen darstellt, wofür der Ausfall der in Budapest auf dem Cytologenkongreß beschriebenen (3) Abblendungsversuche spricht, könnte man in derartigen, ziemlich seltenen Fällen auf eine besondere Zellulose-lamelle zwischen Kieselkörper und Zellumen, d. h. auf einen Einschluß der Kieselgebilde in die Membran schließen. Wegen der geringen Dicke jener Grenzschicht würde sich die Bildung aber auch dann mit größerer Wahrscheinlichkeit als eine sekundäre Zelluloseauflagerung deuten lassen, welche späterhin, ebenso wie die mittlere Pektinlamelle, der allgemeinen Verkieselung unterliegt.

5. Im Gegensatz zu den von BORISSOW (4) entwicklungsgeschichtlich untersuchten RASDORSKYschen Körperchen, die offenbar gleich den Zellhautpfropfen mancher Campanulaceen Membraneinschlüsse darstellen [vgl. hier die kürzlich in diesen Berichten veröffentlichte Mitteilung: (5)], liegt bei den Kegelzellen der Cyperaceen also mindestens in der Regel von der Bodenmembran ausgehende Lumenverkieselung der Zelle in charakteristischer Begrenzung vor. Durch dieses Verhalten erweisen sich die Kegelzellen als homolog den Kieselkurzzellen der Gramineen, deren Entwicklungsgeschichte von FROHNMEYER (6) studiert worden ist. Die Übereinstimmung der Kegelzellen mit

jenen nach Größe, allgemeiner Gestalt, Lokalisierung, Membranbeschaffenheit und Entwicklungsgeschichte ist so überzeugend, daß die Auffassung der DUVAL-JOUVEschen Körperchen als einer spezifischen Modifikation der Kieselgebilde der Kurzzellen fast als bewiesen betrachtet werden kann.

6. Bereits in einer früheren Mitteilung über den Gegenstand (1) ist die enge Beziehung zwischen Verkieselung und Sklerotisierung benachbarter Gewebeelemente, die übrigens nicht nur bei Cyperaceen, sondern auch bei Gramineen, Rapateaceen, Palmen, Scitamineen, Orchideen, Bromeliaceen u. a. wiedergefunden wird, erkannt worden. Allerdings treten in manchen Fällen die gleichen oder nur wenig kümmerlicher beschaffenen Kieselgebilde über dem Blattmesophyll oder überhaupt über dünnwandigem Parenchym auf. Ich vergleiche den Kausalnexus zwischen Kegelzellen und benachbartem Stereom mit dem anatomischen Ausdruck jener metazytischen Potenzen, die von mir an sekundären Rinden als sclerotio continuationis charakterisiert und durch Beobachtungstatsachen belegt worden sind (7). Indem Resektionen und Transplantationen nicht gut ausführbar sind, wird die experimentelle Analyse der vermuteten Kausalbeziehung sehr erschwert, und wir müssen unsere Deutung vorläufig allein auf Vermutungen dessen stützen, was wir bei der vergleichenden Anatomie der Objekte ermitteln können. Obgleich beide Erscheinungen auf derselben causa efficiens beruhen könnten, wird man doch beim Vergleich mit den nach Lokalisierung über Stereom, nach Gestalt, Größe und Membranbeschaffenheit übereinstimmenden und nur in konstanter Abwesenheit der Kieselkegel abweichenden Engzellen des Hautgewebes [vgl. die anatomische Bearbeitung: (2)] auf eine spezifische Ursache für die Abscheidung der $SiO_2$-Gallerten in jenen Gebilden schließen.

7. Diese komplementäre Bedingung müssen wir nach andernorts ausführlich zu beschreibenden Versuchungsergebnissen in der Anwesenheit eines Agens sehen, das die zur Abscheidung und Verdichtung des $SiO_2$ führende Dehydratation des Sols bewirkt. Mindestens fügt sich in den Rahmen dieser Auffassung die weiter betrachtete Beziehung der Kieselkegel zur Organoberfläche gut hinein. In den Fällen, in welchen anatomisch übereinstimmende Kieselgebilde von der Endodermis der Leitbündelzylinder oder der Peripherie sklerenchymatischer Träger (sehr schön bei *Cladium Mariscus* R. Br.) bekannt sind (8), finden wir die Kegelzellen gegen innere Oberflächen der Organe gerichtet. Dabei wollen wir aber nicht die Schwierigkeit übersehen, daß ein solches Vor-

kommen im Verhältnis zur Verbreitung der Kegelzellen überhaupt relativ selten beobachtet worden ist. Eine eigenartige Modifikation der auch endodermal vorkommenden Kegelzellen (8) stellen die von SCHILLING (9) aufgefundenen zahnrädchenartigen Kieselgebilde der Endodermiszellen von *Heleocharis plantaginea* R. Br. dar.

Andere Untersuchungen, die über die kausalen Bedingungen plasmatischer Entdifferenzierung angestellt worden waren (10), ließen vorübergehend den Gedanken auftauchen, daß sich auch bei der $SiO_2$-Abscheidung eine Annäherung an das Stadium des isoelektrischen Punktes der plasmatischen Ampholyte [vgl. über das Wesen isoelektrischen Verhaltens die Zusammenfassung: (11)] auswirkt. Indessen hat die Bestimmung der isoelektrischen Reaktion [zur Technik s.: (12)] bis soweit keine Bestätigung erkennen lassen, und das ist bei der Sonderstellung gerade der $SiO_2$-Sole in mehr als einem kolloidchemischen Verhalten völlig verständlich. Dagegen läßt sich, wie noch zu zeigen sein wird, das Auftreten der Gallerten aus in die Zelle gelangenden Solen als eine Veränderung in dehydratativer (aggregativer, lyophober) Richtung kolloidchemisch in Modellversuchen demonstrieren, und auch der Ausfall der Versuche mit verschieden hydratatisierten Farbstoffen an der Pflanzenzelle ist ermutigend genug, um die Abscheidung der $SiO_2$-Gallerten als Dehydratation zu kennzeichnen.

## Zusammenfassung.

I. Es wird eine neue Methode der Phenoldurchtränkung beschrieben.

II. Die frühere Beschreibung der Entstehung der DUVAL-JOUVEschen Körperchen wird bestätigt.

III. Die DUVAL-JOUVEschen Körper grenzen mindestens gewöhnlich direkt an das Zellumen.

IV. Die Kegelzellen der Cyperaceen sind (ob gemeinsam mit den Engzellen?) den Kieselkurzzellen der Gramineen homolog.

V. Häufig ist ein Zusammenhang der Kegelzellbildung mit Sklerotisierung benachbarter Gewebeelemente zu konstatieren.

VI. Außerdem besteht eine Beziehung der Lokalisierung der Kegelzellen in Hinblick auf äußere und innere Oberflächen der Gewebe.

VII. Die Ablagerung der $SiO_2$-Gallerten erfolgt als eine Dehydratation in die Zellen eindringender Sole.

Danzig, 7. August 1929.

---

### Schriftenhinweise.

1. H. PFEIFFER. Diese Berichte 43, S. [26] (1925).
2 —, —. Beih. Bot. Centralbl. (I), 44, 90 (1927).
3. —, —. Arch. exper. Zellf. 6, 418 (1928).
4. G. BORISSOW. Diese Berichte 46, 463 (1928).
5. H. PFEIFFER Diese Berichte 47, 141 (1929).
6. M. FROHNMEYER Bibl. Botan. 86 (Stuttgart 1914).
7. H. PFEIFFER. Biol. Zentralbl. 45, 56 (1925).
8. —, —. Beih. Bot. Centralbl. (I). 38, 401 (1921).
9. E. SCHILLING. Zeitschr. f. Bot. 10, 512 (1918).
10. H. PFEIFFER. Protoplasma 6, 377 (1929).
11. —, —. Biol. Reviews (Cambridge) 4, 1 (1929)
12. —, —. In E. ABDERHALDEN, Handb. d. biol Arbeitsmeth. (V), 2/2, S. 1563 (1929).

---

## (7.) Robert Jaretzky: Die Chromosomenzahlen in der Gattung Matthiola.

(Vorgetragen auf der Danziger Generalversammlung am 7. August 1929.)

Herr Professor TISCHLER hat uns gestern in dem Hauptvortrag unserer diesjährigen Versammlung vor Augen geführt, welche Bedeutung die Zytologie in der systematischen Botanik gewinnt, wie wertvoll gerade auch die Chromosomenforschung auf diesem Gebiet sein kann. Mit einigen Worten war auch darauf hingewiesen worden, daß das Studium der Chromosomenzahlen bereits wichtige Fingerzeige bei phylogenetischen Betrachtungen gegeben hat. Ich erinnere hier nur kurz an meine Untersuchungen an Polygonaceen, die wohl kaum noch einen Zweifel darüber lassen können, daß sich die Entwicklung in mehreren parallelen Reihen von 11chromosomigen Arten über 10- und 9- zu 8- bzw. 7chromosomigen Arten vollzogen hat. Das gleiche Ergebnis zeitigten meine bisherigen Untersuchungen an Cruciferen, wo ich ebenfalls eine Entwicklung in mehreren parallelen Reihen von 8- zu 7chromosomigen Arten wahrscheinlich machen konnte, und die seither auf breiterer Grundlage aufgebauten Untersuchungen haben nichts ergeben, was dieser Annahme zuwiderläuft, denn die von mir gefundenen Chromosomenzahlen bei

| | |
|---|---|
| *Lepidium perfoliatum* L. . . . . . . | x = 8 |
| „ *sativum* L. . . . . . . . . | x = 8 |
| *Biscutella auriculata* L. . . . . . | x = 8 |
| *Coronopus procumbens* Gilib. . . . . | x = 16 |
| *Sisymbrium supinum* L. . . . . . | x = 16 |
| *Carrichtera annua* (L.) Prantl. . . . | x = 8 |
| „ *vella* D. C. . . . . . . . . | x = 8 |
| *Succowia balcarica* (L.) Med. . . . . | x = 16 |
| *Thlaspi ceratocarpon* (Pallas) Murr. . | x = 7 |
| *Chorispora tenella* D. C. . . . . . . | x = 7 |
| *Myagrum perfoliatum* L. . . . . . . | x = 7 |
| *Goldbachia laevigata* (M. B.) D. C. . | x = 14 |
| *Calepina irregularis* (Asso) Thell. . . | x = 21 |

fügen sich gut in den einmal gesteckten Rahmen[1]).

Die Bedeutung solcher chromosomaler Untersuchungen liegt nun nicht allein in der Tatsache, daß wir mit ihrer Hilfe unter Berücksichtigung anderer Merkmale morphologischer, anatomischer und chemischer Art phylogenetische Entwicklungsreihen zu konstruieren vermögen, sondern weit mehr in der Erkenntnis, daß eine Weiterentwicklung im Pflanzenreich mit einer Chromosomendiminution, einem Verlust an Chromosomensubstanz verbunden ist. Sind nun aber die Chromosomen die Stätten der Genablagerungen — und daran dürfen wir nach unseren bisherigen Erfahrungen nicht mehr zweifeln —, so ist die Chromosomendiminution nur auf einen Genverlust zurückzuführen. Die phylogenetische Weiterentwicklung, die Entstehung neuer Formen und Arten würde demnach durch eine „Verlustmutation" ermöglicht werden. Diese Folgerungen würden sich vollkommen mit den Annahmen der Genetiker decken, die auf Grund ihrer experimentellen Untersuchungen ca. 95% aller Mutanten auf Verlustmutation zurückführen möchten. Welcher Art die übrigen 5% Mutanten sind, vermögen wir zur Zeit nicht zu beantworten, möglich ist, daß ein Gen eine geringfügige chemische Veränderung erfahren hat, oder daß auch ein völlig neues Gen zu dem alten Genkomplex hinzu

---

1) Die zu den völlig isoliert stehenden Heliophileae gehörige Gattung *Heliophila* L. besitzt in der von mir bisher untersuchten Art *H. pilosa* Lam. x = 10 Chromosomen. Eine Erklärung für diese Zahl wird vielleicht dann möglich sein, wenn mehrere Arten aus der näheren Verwandtschaft untersucht worden sind. *Cakile maritima* scheint haploid 9 Chromosomen zu besitzen, eine Zahl, die bei den typischen Brassiceen, zu denen man ja auch *Cakile* rechnen muß, recht häufig vorkommt.

gekommen ist, daß eine Genneubildung stattgefunden hat. Fände eine solche Genneubildung statt, so wäre die Folge zumindest eine Vergrößerung bestimmter Chromosomen oder gar auch eine Chromosomenneubildung. NAWASCHIN hat bereits einmal geglaubt, eine Chromosomenneubildung bei *Crepis* annehmen zu müssen. Allein seine Argumente können nicht überzeugen, und wir werden die Möglichkeit offenhalten müssen, daß das überzählige Chromosom durch Zerfall einer größeren Einheit entstanden ist. Damit soll aber nicht in Abrede gestellt werden, daß eine Gen- und Chromosomenneubildung nie stattfindet, bisher liegen eben nur keine überzeugenden Beweise hierfür vor. Völlig unklar ist uns, wie sich die parallele Artbildung in zwei Gattungspaaren (*Linaria-Cymbalaria* und *Antirrhinum-Asarina*) durch Heraufsetzung der Chromosomenzahl um 1 vollzogen hat, denn ein Zerfall eines Chromosoms kommt hier ebensowenig in Frage wie ein non-disjunction. HEITZ selbst glaubt, die Frage nach der Entstehungsweise dahingehend beantworten zu müssen, daß eine Neuentstehung und allmähliches Heranwachsen des Gesamtkernchromatins stattgefunden habe. Wie weit diese Auffassung zu Recht besteht, wird nur durch weitere sorgfältige Chromosomenuntersuchungen zu erweisen sein.

Als gesichert können wir bisher nur eine Chromosomendiminution bei phylogenetischen Entwicklungen ansehen. Für diese Chromatindiminution sprechen auch die von mir an Arten der Gattung *Matthiola* gemachten Beobachtungen, von denen ich hier kurz berichten will. Die Gattung *Matthiola* ist abgeleitet und besitzt, wie die zahlreichen Untersuchungen an *M. incana* gezeigt haben, statt der Chromosomengrundzahl 8 die Zahl 7. Diese Zahl ist aber nicht die alleinige Grundzahl in der Gesamtgattung. Gewiß zeigten auch *M. parviflora* R. Br., *M. bicornis* D. C., *M. tricuspidata* R. Br., *M. sinuata* und *M. sinuata glabra* var. *albiflora* in den Pollenmutterzellen stets 7 Chromosomen in der heterotypen wie homöotypen Teilung, stets ließen sich ohne Ausnahme 7 Chromosomenpaare in der Diakinese erkennen. Allein die Arten *M. Thessala* Boiss. et Orph., *M. Valesiacae* J. Gay und *M. tristis* R. Br. machen eine Ausnahme, denn hier vermochte ich stets nur 6 Chromosomen in allen Teilungsschritten zu zählen. Die Untersuchungen wurden mit großer Sorgfalt und an reichlichem Material verschiedener Herkunft angestellt, hegte ich doch zunächst die Befürchtung, daß das von mir zuerst im Jahre 1928 untersuchte Exemplar von *M. Thessala*, das ich aus von München bezogenem Samen großgezogen hatte, einer anormalen

Rasse angehören könnte. Ich zog daher im Jahre 1929 Pflanzen aus Samen verschiedener Herkunft auf, auch besorgte ich mir mehrere kräftige Exemplare von der Firma CORREVON-Schweiz, doch war das Ergebnis immer wieder das gleiche, 6 Chromosomen haploid, 12 Chromosomen diploid. Hatte hier wirklich innerhalb der Gattung *Matthiola* eine Chromosomendiminution stattgefunden, so mußte man erwarten, daß alle phylogenetisch jüngeren Formen diese Reduktion in der Chromosomenzahl aufweisen. Als solche ist die in den Walliser Alpen vorkommende *M. Valesiacae* bekannt, die ich ebenfalls von der Firma CORREVON erhielt. Die Untersuchung mehrerer Exemplare ergab auch tatsächlich in den Pollenmutterzellen 6 Chromosomen. Die gleiche Zahl stellte ich des weiteren für *M. tristis* fest, die der *M. Valesiacae* sehr nahe steht. Die Untersuchungen sind noch nicht völlig abgeschlossen, auch hoffe ich noch, die Chromosomenzahlen einiger anderer *Matthiola*-Arten ermitteln zu können, die ich bereits in Kultur habe, die aber noch nicht zum Blühen gekommen sind. Ich werde dann die näheren zytologischen Angaben und die Zeichnungen der einzelnen Chromosomenbilder in einer ausführlicheren Arbeit bringen.

---

## (8.) Karl Pirschle: Nitrate und Ammonsalze als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen bei konstanter Wasserstoffionenkonzentration.

(Mit Tafel (II) und (III).)

(Vorgetragen auf der Generalversammlung in Danzig am 7. August 1929.)

---

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde eifrig die Frage diskutiert (LIEBIG, KUHLMANN, BOUSSINGAULT, RAUTENBERG und KÜHNE, MUNTZ, PITSCH, KNOP, MAZÉ und viele andere), ob die höhere Pflanze den Stickstoff als Nitrat-N oder als Ammon-N assimiliert. Man weiß heute, dank den Bemühungen zahlreicher Forscher, daß sie ihren Stickstoffbedarf prinzipiell aus beiden Formen decken kann. Ebenso unzweifelhaft ist aber die Tatsache, daß — besonders in schlecht puffernden Substraten wie Wasser- und Sandkulturen — Nitrate meist besser wirken als Ammonsalze. Als Grund hierfür machte man, entsprechend der Düngertheorie AD. MAYERS, die physiologische Reaktion dieser Salze verantwortlich. Zweifellos ist die physiologische Reaktion der Stickstoffsalze (Nitrate wie Ca-, K-, Na-alkalisch, Ammonsalze wie -sulfat, -chlorid sauer) ein außerordentlich wichtiges Moment[1]; es fragt sich nur — und darauf zielen unsere Versuche ab —, ob sie allein genügt, um den vielfach zu beobachtenden Unterschied in der Nährwirkung von Nitrat-N und Ammon-N zu erklären. Wenn in der Tat nur die physiologische Reaktion für die verschiedene Wirkung von Nitraten und Ammonsalzen maßgebend ist, dann müßte logischerweise bei gleichem und konstantem pH dieser Unterschied verschwinden und beide gleich gut wirken.

---

1) Besonders in schlecht puffernden Substraten. Im Boden wird die Auswirkung der physiologischen Reaktion durch die chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften des Bodens stark beeinflußt, sodaß sie sich in den meisten Fällen gar nicht oder nur in sehr untergeordnetem Maße bemerkbar macht. In diesem Sinne wird die Überschätzung, welche man gerade in den letzten Jahren der physiologischen Reaktion der Düngemittel vielfach hat zuteil werden lassen, erheblich einzuschränken sein, und man darf sich wohl den Ausführungen von KAPPEN (Vortrag in Bonn, Ztschr. angew. Chem. 1929, 42, 298) anschließen, der nachdrücklich darauf hinwies, daß bezgl. der Kali- und Phosphordünger, doch auch bezgl. der Stickstoffdünger, an den praktischen Konsequenzen große Abstriche gemacht werden müssen, soweit es sich um landwirtschaftliche Verhältnisse handelt.

Wir beschäftigen uns seit drei Jahren mit dieser Frage. Als erstes war notwendig, eine Methode auszuarbeiten, welche gestattet, die Pflanzen bei konstantem pH zu kultivieren und somit die physiologische Reaktion als unterscheidenden Wirkungsfaktor auszuschalten. Dazu hat PRIANISCHNIKOW (Ergebn. d. Biol., 1926, 1, 407) wertvolle Beobachtungen mitgeteilt. Wir hatten uns gleichfalls davon überzeugt, daß weder Ammonnitrat noch Zugabe von Kalk oder anderen Puffersubstanzen noch Ammonsalze schwacher Säuren (-carbonat, -bicarbonat) sich für den gewünschten Zweck eignen; Konstanz des pH läßt sich nur erzielen, wenn man die Nährlösung ständig wechselt, d. h. mit „fließenden Nährlösungen" arbeitet[1]).

Mit Hilfe dieser Methodik wurden nun zahlreiche Versuche in Wasser- und Sandkulturen mit verschiedenen Pflanzen ausgeführt, und zwar

a) Wasserkulturen beim natürlichen pH unseres Trinkwassers (pH 7,0—7,2);

b) Sandkulturen beim pH unseres Trinkwassers;

c) Wasserkulturen bei 3 pH-Stufen (4,0—4,5; 5,5—6,0; 7,0—7,5).

Über diese ersten, unter a)—c) genannten Versuche wird demnächst in der „Planta" berichtet werden. Es ergab sich, daß auch bei gleichem und konstantem pH-Nitrate und Ammonsalze verschieden wirken. Gleichheit des Ertrags (gemessen am Frisch- und Trockengewicht) war anscheinend nur bei einem mittleren pH zu erzielen. In diesem relativ eng begrenzten pH-Bereich erwies sich Ammon-N vielfach noch günstiger als Nitrat-N; im sauren und alkalischen Gebiet (pH $< 5$ und $> 7$) blieben dagegen die mit Ammoniak ernährten Pflanzen hinter den mit Nitrat ernährten erheblich zurück. Trotz Gleichheit der Wasserstoffionenkonzentration waren also Unterschiede in der Nährwirkung von Nitraten und Ammonsalzen einwandfrei festzustellen, und es kann somit die physiologische Reaktion der Stickstoffsalze

---

1) Nährlösungen von konstantem pH, wie sie etwa ZINZADZE (Ber. Botan. Ges. 1926, 44, 461 und Landw. Versuchsstat. 105, 267, 1927) beschreibt, sind nicht anwendbar, wenn man den Stickstoff nur als Nitrat oder nur als Ammoniak geben will. „Fließende" Kulturen wurden u. a. von OLSEN (Compt. rend. Labor. Carlsberg 1923/25, 15, 1) beschrieben; neuere Arbeiten wie BEHRENS (Ztschr. Pflanzenern. u. Düng. 1928 A, 9, 105), SHIVE und STAHL (Botan. Gaz. 1927, 84, 317) und JOHNSTON und HOAGLAND (Soil Sci. 1929, 27, 89) zeigen, daß sie auch für andere physiologische Fragen sehr brauchbar sind, da natürlich nicht nur die Wasserstoffionenkonzentration, sondern auch alle anderen Faktoren konstant bleiben.

allein ihren ernährungsphysiologischen Unterschied nicht ausreichend erklären, was — besonders hinsichtlich der alkalischen Reaktion — in bester Übereinstimmung mit den Befunden von MEVIUS (Planta 1928, **6**, 379) steht. Die physiologische Wirkung des $NH_4$-Ions (bzw. $NH_3$-Moleküls) einerseits und des $NO_3$-Ions andererseits scheint im Zusammenhang mit der Wasserstoffionenkonzentration von ganz hervorragendem Einfluß auf das Pflanzenwachstum zu sein.

Diese vorläufigen Ergebnisse waren nun natürlich weiter auszubauen, und es wurden angesetzt

d) Wasser- und Sandkulturen bei 7 pH-Stufen (pH 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9), um das ganze in Betracht kommende pH-Bereich möglichst detailliert zu umfassen;

e) dieselbe pH-Reihe (7 Stufen) in Vegetationsversuchen (MITSCHERLICH-Gefäße mit Quarzsand, je 3 Paralleltöpfe, in einer Vegetationshalle auf fahrbaren Wagen aufgestellt), um in größerem

Tabelle 1

| | | | pH 3 | pH 4 | pH 5 | pH 6 | pH 7 | pH 8 | pH 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mais | W | N | 0,86 | 22,10 | 20,99 | 13,01 | 5,88 | 10,98 | 4,10 |
| | | A | 0,58 | 16,82 | 20,27 | 13,61 | 5,83 | 6,98 | 0,77 |
| Kürbis | W | N | 0,42 | 12,05 | 14,50 | 13,60 | 7,82 | 13,98 | 2,37 |
| | | A | — | 0,62 | 11,72 | 11,23 | 5,84 | 7,53 | 0,35 |
| Gerste | S | N | 1,31 | 16,40 | 15,42 | 18,70 | 19,35 | 15,55 | 10,15 |
| | | A | 0,51 | 2,43 | 13,90 | 14,70 | 12,59 | 10,65 | 7,77 |
| Sonnenblume | S | N | — | 19,42 | 18,10 | 14,80 | 23,17 | 17,40 | 10,72 |
| | | A | — | 7,07 | 12,20 | 10,65 | 17,22 | 17,45 | 7,84 |
| Raps | S | N | 0,09 | 8,25 | 13,38 | 15,72 | 18,72 | 16,02 | 12,04 |
| | | A | — | 0,08 | 2,76 | 11,35 | 13,99 | 7,09 | 2,78 |
| Tradescantie | S | N | 1,25 | 5,32 | 6,80 | 6,95 | 6,65 | 6,25 | 6,07 |
| | | A | 1,75 | 1,78 | 1,77 | 3,07 | 5,92 | 4,35 | 2,46 |
| Buchweizen | S | N | 0,38 | 13,79 | 15,74 | 19,42 | 20,02 | 15,53 | 5,35 |
| | | A | 0,15 | 1,31 | 2,71 | 9,47 | 17,95 | 8,90 | 2,70 |
| Pulfbohne | W | N | 1,35 | 19,12 | 16,94 | 18,06 | 15,09 | 18,17 | 9,55 |
| | | A | 0,67 | 8,65 | 18,50 | 15,18 | 12,28 | 9,86 | 5,44 |

Maßstab unter den Bedingungen zu arbeiten, unter denen Topfversuche allgemein durchgeführt werden, und hauptsächlich zu dem Zweck, die Pflanzen während einer ganzen Vegetationszeit durch mehrere Monate bis zur Samenbildung beobachten zu können.

Ausführlich wird über diese Versuche demnächst an anderer Stelle berichtet werden. Weiterhin sind in Vorbereitung

f) spezielle Versuche mit Ammonnitrat, Nitrat + Ammonsalz, Harnstoff und anderen Stickstoffquellen,

g) Versuche über den Einfluß verschieden hoher Ca-Gaben.

Von den unter d) genannten Versuchen sind die Trockengewichte einiger Reihen in Tabelle 1 zusammengestellt (N bedeutet Nitrat, A Ammonsalz als Stickstoffquelle — W Wasser-, S Sandkultur). Ein Vergleich der auf Nitrat und auf Ammon erhaltenen Zahlen bestätigt die frühere Beobachtung, wonach im sauren und im alkalischen Gebiet Ammon-N hinter Nitrat-N merklich zurückbleibt und zwar umsomehr, je saurer bzw. je alkalischer die Reaktion wird. Nur bei einem mittleren, etwa zwischen 5 und 7 liegenden, je nach Pflanzenart aber verschiedenen pH ist das Wachstum auf beiden fast gleich, in einzelnen Fällen sogar auf Ammon besser (Mais pH 6, Puffbohne pH 5). Die Beobachtungen von PRIANISCHNIKOW bzw. GROSCHENKOW (Biochem. Ztschr. 1929, **207**, 341), wonach Nitrate bei saurer Reaktion (pH 5), Ammoniak bei neutraler Reaktion (pH 7) besser wirken, können wir auf Grund dieser Versuche nicht in allen Fällen bestätigen; denn der Optimalpunkt des Wachstums lag, wie folgende kleine Zusammenstellung zeigt (Tab. 2) bei pH:

Tabelle 2

| | Nitrat | Ammon |
|---|---|---|
| Mais | 4 (8) | 5 (8) |
| Kürbis | 5 (8) | 5 (8) |
| Gerste | 7 (4) | 6 (—) |
| Sonnenblume | 7 (4) | 8 (5) |
| Raps | 7 (—) | 7 (—) |
| Tradescantie | 6 (—) | 7 (—) |
| Buchweizen | 7 (—) | 7 (—) |
| Puffbohne | 4 (8) | 5 (—) |

Diese Diskrepanz erklärt sich wohl damit, daß — worauf auch PRIANISCHNIKOW an Hand einiger Beispiele nachdrücklich

hinweist — der Ca-Gehalt der Lösung[1]) wie überhaupt die Zusammensetzung der Nährlösung und wahrscheinlich auch noch andere Faktoren auf den Optimalpunkt der Wirkung von Nitrat- und Ammonstickstoff sehr wesentlichen Einfluß haben und ihn beträchtlich verschieben können. Nach unseren Versuchen scheint er auch von dem für jede Pflanze charakteristischen pH-Optimum des Wachstums abhängig zu sein. Es ist vorgesehen, in weiteren Versuchen diese Momente eingehend zu studieren.

Zum pH-Optimum der Pflanze überhaupt (einer Frage, die sich mit Hilfe fließender Kulturen jedenfalls exakter prüfen läßt als durch Anwendung gut gepufferter Systeme, wobei immer die Gefahr besteht, daß die Pufferung einer Versäuerung bzw. Alkalisierung doch nicht ganz standhält) ist noch zu bemerken, daß ein zweites, schwächeres pH-Optimum, wie es ARRHENIUS (Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Akad. Verlagsges. Leipzig 1926) beobachtete, von anderer Seite aber bestritten wurde, doch öfters aufzutreten scheint. Nicht bei allen Pflanzen, und auch bei diesen nicht immer. Die zweiten pH-Optima sind, soweit solche beobachtet wurden, in Tabelle 2 in Klammern ( ) angemerkt. Sie treten, wenn das Haupt-Optimum im sauren Gebiet liegt, im alkalischen auf und umgekehrt, und bei Nitraternährung häufiger als auf Ammon. Wenn es sich nicht um noch ungeklärte Zufälligkeiten handelt, ist u. E. dafür mit großer Wahrscheinlichkeit die Nährstoffaufnahme verantwortlich zu machen.

Dazu ist zu sagen, daß auf Grund der N-, $K_2O$- und $P_2O_5$-Analysen, welche von den geernteten Pflanzen gemacht wurden, die höchste prozentische Nährstoffaufnahme mit dem Wachstums-Optimum durchaus nicht immer zusammenfällt. Es hat den Anschein, daß die höchste prozentische Aufnahme an $P_2O_5$ bei pH 7 liegt (besonders auf Nitrat; auf Ammon als Stickstoffquelle rückt dieser Punkt etwas gegen das saure zu ab), bei $K_2O$ dagegen (von einzelnen Ausnahmen abgesehen) bei pH 5—6; wozu gut passen würde, daß der Stickstoff als Anion ($NO_3$) gegeben im alkalischen Gebiet (pH 7—8), als Kation ($NH_4$) gegeben im schwach sauren Gebiet (pH 5—7) anscheinend besser aufgenommen wird. Diese Befunde würden allerdings schlecht zu Beobachtungen von SABININ und KOLOTORA (Agr. Exper. Stat. Perm 1926, Nr. 1) stimmen, wonach bei saurer Reaktion die Anionen, bei alkalischer die Kationen besser aufgenommen werden. Dazu sei hier nicht weiter Stellung genommen — wie überhaupt eine eingehendere

1) Unsere Nährlösung enthielt ca. 150 mg CaO im Liter.

Besprechung der Ergebnisse erst nach Durcharbeitung des ganzen Materials erfolgen wird —, doch kann man sich vorstellen, daß die zweigipfeligen Ertragskurven dadurch zustande kommen, daß von den lebenswichtigen Ionen die einen im alkalischen, die andern im sauren Gebiet bevorzugt aufgenommen werden. Erwähnenswert ist noch, daß die Pflanzen der Nitratreihen relativ mehr Kali, die Pflanzen der Ammonreihen relativ mehr Phosphor enthielten, was wohl mit der Aufnahme bzw. Abgabe äquivalenter Ionenpaare zusammenhängt.

Alle diese hier nur flüchtig skizzierten Beobachtungen werden — wie bereits erwähnt — im Rahmen einer umfangreicheren Darstellung eingehend zu behandeln und weiterhin zu verfolgen sein. Als das wesentliche Ergebnis der Versuche sei vorerst nur festgehalten, daß unter unseren Versuchsbedingungen das Wachstum aller untersuchten Pflanzen auf Ammon-N im sauren und alkalischen Gebiet bei konstantem pH hinter Nitrat zurückblieb; nur bei einem mittleren pH wirken beide annähernd gleich gut, unter Umständen sogar Ammon noch günstiger. Diese Feststellung sei noch durch zwei Vegetationsversuche dieses Jahres (von der unter e genannten Reihe) illustriert [Taf. (II) und (III)]. Als besonders gelungen kann der Haferversuch betrachtet werden, beim Weizen hatte die Nitratreihe während des Schossens unter starkem Mehltaubefall zu leiden gehabt und war dadurch im ganzen etwas zurückgeblieben.

Es liegt nahe, aus diesen Feststellungen praktische Konsequenzen ziehen zu wollen. Dazu muß jedoch nochmals nachdrücklich bemerkt werden, daß es sich um ausgesprochene Laboratoriumsversuche zur Klärung bestimmter pflanzenphysiologischer (und nicht landwirtschaftlicher!) Fragestellungen handelt, welche zu praktischen Nutzanwendungen nicht ohne weiteres berechtigen. Die Tatsache, daß Nitrat-N gewissermaßen größere Sicherheit bietet, da er auch noch in pH-Bereichen, wo Ammon-N bereits stark abfällt, relativ gut wirkt[1]), steht mit den Erfahrungen der Praxis in guter Übereinstimmung; gleichwohl finden aber mit Recht Ammoniakdünger im allgemeinen erheblich stärkere Verwendung, da naturgemäß mit den chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften des Bodens, mit dem Klima und nicht

1) Dasselbe scheint übrigens, soweit vorläufige Versuche ein Urteil gestatten, auch für die Menge (mg N im Liter) zu gelten; höhere Gaben Ammon-N schädigen viel leichter als dieselben Mengen Nitrat-N; Harnstoff steht anscheinend in der Mitte.

zuletzt mit der Preisgestaltung neue und schwerwiegende Faktoren in das Problem hineingebracht werden, die in unseren Versuchen nicht berücksichtigt wurden (und auch im Hinblick auf den Zweck der Versuche nicht berücksichtigt werden sollten), für die Praxis aber die Verhältnisse wesentlich verschieben können.

---

**Erklärung der Tafeln (II) und (III).**

Taf. (II). Hafer.

| pH | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 134 | 153 | 164 | 119 | 103 | 91 |
| A | 102 | 112 | 164 | 86 | 76 | 13 |

Trockengewichte in g (Mittel).

Taf. (III). Weizen.

| pH | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 102 | 120 | 124 | 115 | 117 | 81 |
| A | 60 | 130 | 128 | 126 | 96 | 25 |

Trockengewichte in g (Mittel).

---

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10a

10b

11

12

6a

Karl Reiche.

# Nachrufe.

## Victor Ferdinand Brotherus.

Von

H. REIMERS.

Am 27. Februar 1929 verschied in Helsingfors nach kurzem Krankenlager an den Folgen einer Lungenentzündung Prof. Dr. h. c. V. F. BROTHERUS, der Altmeister der außereuropäischen Bryologie. Über 40 Jahre lang hat der Verstorbene den weitaus überwiegenden Teil aller Laubmoossammlungen, die aus außereuropäischen Ländern nach Europa gelangten, bearbeitet bzw. andere Bearbeiter mit seinem Rat und Urteil unterstützt. Mit seinem Meisterwerk, der Bearbeitung der Laubmoose der gesamten Erde in den „Natürlichen Pflanzenfamilien", hat BROTHERUS das unentbehrlichste Handbuch für den über außereuropäische Laubmoose arbeitenden Bryologen geschaffen. Sein Name schließt vorläufig die Reihe der großen bryosystematischen Enzyklopädisten HEDWIG, BRIDEL, C. MÜLLER.

V. F. BROTHERUS wurde am 28. Oktober 1849 auf den Alandsinseln geboren[1]). Sein Vater ALEXANDER BROTHERUS war dort Militär-Intendantur-Beamter. Von 1866—1870 studierte V. F. BROTHERUS an der Universität in Helsingfors, war darauf an verschiedenen Schulen in Finnland tätig und wurde 1878 als Lektor für Naturwissenschaften und Mathematik an einer Staatsschule in Helsingfors angestellt. In dieser Stellung war BROTHERUS fast 40 Jahre bis zu seiner 1917 erfolgten Pensionierung tätig. Verheiratet war BROTHERUS mit der Tochter des Gerichts-Vizepräsidenten J. SANDMAN in Wasa. Dieser Ehe entsprossen zwei Söhne und zwei Töchter.

Während seiner Universitätsjahre wurde BROTHERUS durch den finnischen Bryologen S. O. LINDBERG dem Studium der einheimischen Moose zugeführt. Nach dem Staatsexamen machte er

[1]) Die Angaben über die persönlichen Verhältnisse des Verstorbenen habe ich einem Nachruf von M. FLEISCHER in der Revue bryologique (N. S. 2. 1929, p. 71—81) entnommen. Diesem Nachruf ist auch ein vollständiges Schriftenverzeichnis beigegeben.

verschiedene Reisen in Finnland und Russisch-Lappland, deren bryologische Ergebnisse ihm den Stoff für seine ersten Veröffentlichungen lieferten. Im Sommer 1877 und 1881 bereiste BROTHERUS mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Petersburg den Kaukasus. Diese beiden Reisen gaben ihm die Anregung und das Hauptmaterial zu seiner 1884 erschienenen Dissertation „Etudes sur la distribution des mousses au Caucase“. Später, im Jahre 1896, unternahm BROTHERUS noch einmal eine größere Forschungsreise, die ihn nach Zentral-Asien (Gegend des Tien-schan) führte.

1886 hatte BROTHERUS begonnen, sich auch mit außereuropäischen Moosen zu beschäftigen. Daraufhin wurden ihm zunächst von finnischen und russischen Reisenden, bald aber auch von Reisenden und Instituten anderer Länder die von Auslandsreisen heimgebrachten Laubmoossammlungen zur Bestimmung übergeben. Jahr um Jahr erscheinen jetzt meist mehrere Arbeiten, die in buntem Wechsel die Moosflora der verschiedensten Länder der Erde behandeln, so 1888 und 1889 Arbeiten über Zentralasien, 1890 über Westafrika und Nordamerika, 1890 und 1891 über Australien, 1892 über Neuguinea, 1893 über Neuguinea und Brasilien usw. Um diese Zeit begann BROTHERUS auch die Laubmoose der zahlreichen Sammlungen zu bearbeiten, die in der deutschen Kolonialzeit an das Botanische Museum in Berlin gelangten. Hierdurch trat er in Verbindung mit ENGLER, der ihm die Bearbeitung der Laubmoose in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ übertrug. Die letzte Zusammenfassung der Laubmoose der gesamten Erde in der „Synopsis“ von C. MÜLLER (1849—51) lag damals ein halbes Jahrhundert zurück. Inzwischen war nicht nur die Zahl der Arten gewaltig angewachsen, auch die Erkenntnis der systematischen Verwandtschaft hatte bedeutende Fortschritte gemacht. Es kam darauf an, die gesamten Arten der Erde (damals etwa 14000) einem möglichst natürlichen System einzuordnen. BROTHERUS war dieser Aufgabe von allen Bryologen seiner Zeit am besten gewachsen, dank der umfassenden Kenntnisse, die er sich bei den Sammlungsbearbeitungen erworben hatte, und nicht weniger infolge der engen Beziehungen, die er mit Bryologen aller Nationen angeknüpft hatte. 1909 lagen die „Musci“ in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ nach etwa 10jähriger Arbeit abgeschlossen vor. Während dieser Zeit hatten die Sammlungsbearbeitungen keineswegs geruht. So erschienen in der Zeit von 1894 bis 1917 vor allem Arbeiten über Mittel- u. Südamerika, Afrika, Zentralasien, Indien, Japan, Philippinen, Neukaledonien, Samoa, Australien und Antarktis. Es ist erstaunlich, was BROTHERUS in diesen Jahren geleistet hat, wenn man bedenkt, daß ihm bis 1917 nur die

Zeit, die der Beruf freiließ, zur Verfügung stand. Nach seiner Pensionierung waren ihm noch 12 Jahre vergönnt, die er ganz der Bryologie widmen konnte. Während dieser Zeit wurde eine Neuauflage der „Natürlichen Pflanzenfamilien“ nötig. BROTHERUS erledigte die Neubearbeitung seines Anteiles in verhältnismäßig kurzer Zeit, obgleich M. FLEISCHERs phylogenetisch-systematische Studien eine tiefgehende Umgruppierung des Stoffes nötig machten. So konnten 1925 die „Musci“, jetzt auf zwei Bände verteilt, die Neuauflage der „Pflanzenfamilien“ eröffnen. Die Sammlungsbearbeitungen wurden in diesen letzten 12 Jahren noch zahlreicher und umfangreicher. Von allen Seiten ging ihm Material zu, das der nunmehr Siebenzigjährige in rastloser Arbeit zu bewältigen suchte. Noch kurz vor seinem Tode hatte BROTHERUS die Genugtuung, die Veröffentlichung der „Musci“ in den „Symbolae sinicae“ von HANDEL-MAZZETTI zu erleben. Diese letzte von ihm bearbeitete Laubmoossammlung ist eine der umfangreichsten und interessantesten, die jemals von einem Forschungsreisenden heimgebracht worden ist.

Wenn auch die Haupttätigkeit des Verstorbenen auf dem Gebiet der außereuropäischen Bryologie lag, so verlor er auch später nicht das Interesse für die finnischen Laubmoose, mit denen seine Studien begonnen hatten. BROTHERUS gab ein Exsikkatenwerk finnischer Laubmoose heraus. Ihm verdanken wir ferner eine in deutscher Sprache geschriebene, umfangreiche Laubmoosflora von Fennoskandinavien (1923 erschienen, aber bereits 1917 in Angriff genommen), die einen bequemen Überblick über unsere nördlichen Nachbarländer gibt, für Finnland naturgemäß am ausführlichsten das bryogeographische Material zusammenfaßt. Auf seinen Reisen berücksichtigte BROTHERUS auch die Phanerogamenvegetation, und aus der Ausbeute seiner Zentralasien-Reise hat er sogar die Flechten selbst bearbeitet. Bis ins späte Alter hinein führte er gewissenhaft in der Umgebung seines Wohnsitzes phänologische Beobachtungen aus.

BROTHERUS erhielt 1921 vom finnischen Staat den Professortitel. Die Universität Bonn verlieh ihm 1927 die Doktorwürde honoris causa. Der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehörte BROTHERUS seit 1907 als korrespondierendes Mitglied an. Sein großes Moosherbar, wohl die größte private Moossammlung, die jemals existiert hat, hat der finnische Staat erworben. Sie befindet sich jetzt im Botanischen Institut in Helsingfors.

---

# Otto Penzig.

Von

A. BÉGUINOT[1]).

Am 6. März des vergangenen Jahres verstarb in Genua nach kurzer Krankheit Prof. O. PENZIG, der ununterbrochen seit Ende 1886 mit wissenschaftlicher Bedeutung und persönlicher Würde den Lehrstuhl für Botanik an der Kgl. Universität Genua innehatte und ihm in einem neuen Institut eine Stätte verschafft hat, von dem noch die Rede sein wird. Geboren in Samitz in Schlesien als Sohn des evangelischen Pastors LUDWIG PENZIG und seiner Ehefrau BERTA, geb. SCHULTZE, besuchte er von 1862—1864 die Vorschule am Elisabeth-Gymnasium zu Breslau, dann von 1864 bis 1874 das Gymnasium in Liegnitz. Darauf studierte er Naturwissenschaften an der philosophischen Fakultät der Universität Breslau, wo H. R. GOEPPERT und FERD. COHN seine Lehrer in der Botanik waren. 1877 wurde er dort zum Doktor promoviert und bald darauf zum Assistenten am Botanischen Laboratorium der Technischen Hochschule in Karlsruhe unter Prof. LEOP. JUST ernannt, sah sich aber schon im Winter 1877/78 gezwungen, diesen Posten aus Gesundheitsrücksichten aufzugeben, und verbrachte einige Monate in Mentone. Nach Wiederherstellung seiner Gesundheit begab er sich nach Pavia, wo er ein Jahr lang die Stellung eines allievo praticante an dem kryptogamischen Laboratorium innehatte, das dem damals von S. GAROVAGLIO geleiteten Botanischen Garten angegliedert war.

Im Jahre 1879 ging er an den Botanischen Garten von Padua über, wo er als Assistent unter der wissenschaftlich fördernden und freundlichen Leitung des berühmten Mykologen Prof. P. A. SACCARDO tätig war. Nachdem er mittlerweile die italienische Staatsbürgerschaft erlangt hatte, wurde er 1883 infolge eines Wettbewerbes zum Direktor der Stazione Agraria in Modena ernannt und hielt, an der dortigen Universität schon seit 1882 als Privatdozent habilitiert, drei Jahre lang eine Vorlesung ab.

---

1) Herr R. PILGER hatte die Freundlichkeit, den in italienischer Sprache verfaßten Nachruf ins Deutsche zu übertragen, wofür ihm auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Gegen Ende des Jahres 1886 ging PENZIG erfolgreich aus einem Wettbewerb hervor und erhielt den Lehrstuhl für Botanik in Genua, der durch den Übergang von FEDERICO DELPINO nach Bologna vakant geworden war; im Januar 1887 zog er nach Genua, wo er bis zu seinem Tode verblieb.

Seine lebhafte Neigung zu den Naturwissenschaften und besonders zur Botanik zeigte sich bei PENZIG schon in jungen Jahren, als er 1868 zusammen mit einem seiner Brüder unter der Leitung des Professors J. GERHARDT in Liegnitz Pflanzen und Insekten zu sammeln begann; sie wuchs mit den Jahren und bewog ihn zum Studium der Naturwissenschaften, das er mit bestem Erfolge betrieb. Seine erste Arbeit, 1877 erschienen, ist seine Inaugural-Dissertation, die die anatomische Struktur der vegetativen und reproduktiven Organe von *Drosophyllum lusitanicum* behandelt und einige physiologische Untersuchungen zur Aufklärung der heterotrophen Ernährungsweise dieser merkwürdigen carnivoren Pflanze bringt. Sein erster floristischer Beitrag wurde im folgenden Jahre veröffentlicht; er bezieht sich auf die Frühlingsflora der Umgebung von Mentone, wohin er sich, wie erwähnt, zur Kräftigung seiner schwachen Gesundheit begeben hatte, nicht weit von jener ligurischen Riviera di Ponente, wo ihn dann ein wenig der Zufall, viel mehr aber seine ausgezeichneten Verdienste dazu führten, fast sein ganzes Leben zu verbringen. In diesem Jahr muß er auch den Monte Generoso zwischen dem Luganer See und dem Comer See besucht haben, von dem er 1879 unter Berücksichtigung der früheren Beobachtungen eine pflanzengeographische Skizze zum Druck bringt.

In diesem Jahre nach Padua gekommen, findet der junge PENZIG, der seine Ausbildung zu vervollkommnen wünscht, in PIERANDREA SACCARDO einen ausgezeichneten Führer, um sich in die Pilz-Systematik einzuarbeiten und die Bestimmung und Beschreibung neuer Formen von Pilzen kennen zu lernen, einer Pflanzengruppe, mit der er unvermeidlich in Berührung kommen mußte. Die erste diesbezügliche kleine Arbeit stammt von 1882 und betrifft die Beschreibung einer neuen Hyphomyceten-Gattung (*Beltrania*), die auf der Unterseite der Blätter eines *Citrus* lebt, die aus Sizilien eingeschickt waren; alsbald folgt, im gleichen Jahre herausgegeben, ein umfangreicher Beitrag über die Pilze auf *Citrus*, von denen viele als neu beschrieben und vorzüglich abgebildet werden.

Bemerkenswert für diese Epoche ist eine gleichzeitige Arbeit über die Glykoside der Aurantieen; zwei der gewonnenen, Aeglin und Decumanin waren noch nicht von anderen isoliert worden.

Diese Vorliebe für die in Italien kultivierten *Citrus*-Formen war nicht zufällig, sondern hatte ihren Grund in einem seit 1879 vom Landwirtschaftsministerium ausgeschriebenen Wettbewerb für die beste Monographie über diese Gruppe; es wird davon noch gleich die Rede sein. Ich kann hier hinzufügen, daß seine Neigung zu mykologischen Studien, die SACCARDO angeregt hatte, fast sein ganzes Leben lang bestehen blieb und unter dauernder Vervollkommnung in Methode und Technik zu echten, sorgfältigen Monographien führte. Hierher gehören seine Arbeiten über die Myxomyceten und Phalloideen von Buitenzorg und das mit gut 80 vollendet gezeichneten und zum Teil farbigen Tafeln ausgestattete Werk über die Mikromyceten der Insel Java, das er 1904 unter Mitarbeit seines bedeutenden Paduaner Lehrers publizierte, der dabei seine ausgedehnten Kenntnisse von der Pilzflora der ganzen Welt vertiefen konnte. Das Material wurde von PENZIG vom November 1896 bis April 1897 gesammelt und gab Veranlassung zur Entdeckung von 26 Gattungen und ungefähr 280 Arten, die für die Wissenschaft neu waren. Die in Breslau erlernte und in Pavia vervollkommnete mikroskopische Technik setzte PENZIG instand, auch histologische Fragen und anatomische Probleme in Angriff zu nehmen; Beweis dafür sind, um mich nur auf die Erwähnung der wichtigsten Arbeiten zu beschränken, seine Studien über die ROSANOFF-Kristalle bei den Celastraceen, über die Cystolithen bei einigen Cucurbitaceen, ferner über Beleuchtungseinrichtungen im Inneren einiger Pflanzen, besonders der Aurantieen, die er in den Calciumoxalat-Kristallen zu erkennen glaubt, die wegen ihrer Lage in den Oberflächenschichten der Blätter und wegen ihrer zur Blattebene senkrechten Hauptachse nach seiner Deutung wie Prismen zu wirken und Lichtstrahlen in tiefere Schichten des Assimilations-Gewebes zu verteilen vermögen.

Diese verschiedenen Richtungen, die PENZIG zum Herrn und Meister in weit auseinanderliegenden Gebieten der Botanik machen und seine Neigung, auch die praktische Seite einer Frage eingehend zu erforschen, indem er sich häufig Kulturpflanzen zum Ziel seines Studiums nimmt (so hat er sich mit dem Wein, dem Maulbeerbaum, den Cerealien beschäftigt), zeigen sich in ihrem Werte und in erstaunlicher Entwicklung in der großen und bedeutenden Monographie, die 1887 unter dem Titel: „Studi botanici sugli Agrumi e sulle piante affini“ erschien. Sie ist reich an originalen und streng kritisch durchgearbeiteten Beobachtungen über die äußere und innere Morphologie, über die physiologische Anatomie, über den Chemismus und die aktiven Prinzipien, sowie über die

auch auf die tierischen Parasiten ausgedehnte Pathologie. Dieses Werk, das mit 58 vorzüglich ausgearbeiteten und von ihm nach der Natur entworfenen Tafeln ausgestattet war, erhielt vom Landwirtschaftsministerium den verdienten Preis und gab ihm hauptsächlich Anrecht auf die Berufung auf den Lehrstuhl für Botanik an der Universität Genua.

Während seines Aufenthaltes in Padua wurde PENZIG auch zum Studium der Teratologie geführt, einem Arbeitsfeld, in dem er später so tiefe Spuren hinterlassen sollte. Seine erste Mitteilung betrifft die Blütenanomalien von *Primula sinensis*, die er an Pflanzen in den Gewächshäusern des Botanischen Gartens von Padua feststellte. Er hat uns auf diesem Gebiet etwa 10 Arbeiten hinterlassen und dann die beiden Auflagen der «Pflanzen-Teratologie», die erste 1890—1894 und die zweite, bedeutend erweiterte und auf den gegenwärtigen Stand gebrachte 1921—1922. Dies Buch ist jedem Botaniker wohlbekannt als Nachschlagewerk oder als Wegweiser in einem reizvollen und anregenden Forschungsgebiet, soweit man sich nicht auf bloße Beschreibung oder trockene Aufzählungen beschränkt.

Einmal zum Dozenten in Genua ernannt, hielt es PENZIG für seine Pflicht, sich mit der Flora von Ligurien zu beschäftigen; er sammelte und tauschte Material, um das ligurische Herbar zu bereichern, publizierte einige kleinere Beiträge und 1897 eine „Synopsis", die die erste pflanzengeographische Gesamtübersicht für die Gegend sowie eine Aufzählung der bisher angegebenen Arten enthält. Die letzte diesbezügliche Abhandlung, die ich gern in den ersten Band meines „Archivio Botanico" aufgenommen habe, ist ein Supplement zu der Synopsis und bringt einen genauen Bericht über alle interessanten Daten, die sich in den letzten zwanzig Jahren in bezug auf Arten oder neue Standorte ergeben hatten, und zwar durch seine eigene Tätigkeit oder die des Personals des von ihm geleiteten Institutes oder durch Veröffentlichung von reisenden Botanikern in Arbeiten oder kleineren Mitteilungen. Von diesen gibt er eine genaue Aufzählung, soweit sie nach 1897 erschienen sind. Wie groß seine Neigung für das Studium dieser Flora war, dafür ist ein weiterer Beweis das umfangreiche, von mir in seinem Nachlaß aufgefundene Manuskript, das die Bearbeitung einer großen Anzahl von Familien enthält, und das er sicherlich zum Abschluß gebracht hätte, wenn nicht die Augenkrankheit, an der er in den letzten Jahren litt, und dann der Tod seiner Arbeit ein Ziel gesetzt hätte.

Er beschäftigte sich aber auch mit der exotischen Flora, besonders der der subtropischen und tropischen Regionen, worauf ich schon in bezug auf seine Arbeiten über die javanischen Pilze hingewiesen habe. Hier ist noch hinzuzufügen, daß er 1891 eine Reise nach der Kolonie Eritrea und nach Ägypten unternahm, wobei er in dem ersteren Gebiet seinen Freund, den berühmten Forscher G. Schweinfurth, zum Begleiter und Helfer hatte; ferner besuchte er 1896—1897 Java, Sumatra und Ceylon, von wo er eine Fülle von Studienmaterial und eine reiche Ernte an Beobachtungen mitbrachte. Von den Arbeiten über die genannten Gegenden beschränke ich mich darauf, außer den schon zitierten mykologischen zu erwähnen den Bericht über eine Reise nach dem Sabber-Berg (Eritrea), die Arbeit über die unter den Bogos und Mensa (Nord-Abessinien) gesammelten Pflanzen, dann die über die Wiederherstellung der durch den Ausbruch des Vulkans 1883 vernichteten Krakatau-Flora, die er 1896 kennen lernte, acht Jahre nachdem Melchior Treub seine ersten Beobachtungen über die neue Einwanderung der Pflanzen auf die Insel gemacht hatte. Dieses Problem hat die Forscher bei seiner erheblichen ökologischen Bedeutung lebhaft interessiert, und erst im verflossenen Jahr hat noch eine ausgedehnte Monographie neues Licht auf die Frage geworfen und sie in ihrem ganzen Umfang wieder aufgerollt.

Erwähnt sei noch eine bis 1926 unveröffentlicht gebliebene kleine Arbeit über einige Exkursionen in Ceylon im Frühling 1907, die ich in den zweiten Band meines „Archivio Botanico" aufgenommen habe.

Im gleichen Jahre, in dem sich Penzig in Genua niederließ, machte er sich um seine wissenschaftliche Disziplin und ihre Fortschritte verdient durch die Gründung einer botanischen Monatsschrift unter dem bedeutsamen und bezeichnenden Titel „Malpighia", die er zunächst einige Jahre zusammen mit seinen Kollegen Borzi (Palermo) und Pirotta (Rom) redigierte, dann allein bis zum Band XXIII, der 1909 erschien, worauf Prof. Buscalioni die Leitung in die Hand nahm. Aber sein größtes Verdienst, für das ihm die Universität Genua unvergänglichen Dank schuldet, bestand in der Gründung eines neuen würdigen Botanischen Institutes durch die Munifizenz seines Freundes und Bewunderers Sir Thomas Hanbury, dessen Name allen Botanikern wohlbekannt ist als der des Gründers und Besitzers des Gartens von La Mortola bei Ventimiglia, wo er so viele kostbare Pflanzen des trockenwarmen Klimas zusammenzubringen verstand, die hier ausgezeichnet günstige Lebensbedingungen fanden. Hanbury gab freilich die

Mittel für die Errichtung des Gebäudes und dann auch teilweise für die Einrichtung, aber PENZIG stellte all sein Organisationstalent und seine technische Erfahrung zur Verfügung, um zu erreichen, daß das neue Institut die verschiedenen Zweige der Botanik pflegen konnte, sich gleich brauchbar für Lehr- und Forschungszwecke zeigte und so gut als irgend möglich ausgestattet wurde. Als leidenschaftlicher aber zugleich auch freigebiger Sammler schenkte er dem neuen Institut, das auf dem Gelände des alten Botanischen Gartens entstanden war, alle auf den obenerwähnten Reisen und auf mehreren Reisen durch Italien und Europa zusammengebrachten Sammlungen und bereicherte außer dem ligurischen Herbarium, von dem schon die Rede war, das allgemeine Herbarium durch den Erwerb von wichtigen Sammlungen, wie des Herbars WILLKOMM, TREVISAN, BUBANI, oder durch großartige Schenkungen wie das Herbar seines Freundes BICKNELL. Er begründete das Museum für Lehrzwecke und das allgemeine Museum und betreute als passionierter Bibliophile die Bibliothek. Das neue Institut, das mit Recht den Namen des Mäcenaten HANBURY trägt, wurde 1892 eingeweiht bei Gelegenheit des Internationalen Botanischen Kongresses, der in diesem dem Andenken von COLUMBUS geweihten Jahre abgehalten wurde; PENZIG besorgte den Druck des Bandes der Abhandlungen, die noch heute durch die Namen der Teilnehmer und durch die Mitteilungen von der Bedeutung des Kongresses Zeugniss ablegen sowie von dem glücklichen Eindruck, den alle von dem neuen Institut mitnahmen.

In diesem der Scientia amabilis errichteten Tempel vollendete dann PENZIG die wichtigen mykologischen Schriften seines reifen Alters, arbeitete mehrere biologische Mitteilungen aus, unter denen diejenige über die Beziehungen zwischen Pflanzen und Milben besonders Erwähnung verdient, bereitete die zweite Ausgabe seiner klassischen „Pflanzen-Teratologie“ vor und schrieb auch zahlreiche historische uud volkstümliche Arbeiten. Unter den ersteren ist zu erwähnen die von HOEPLI 1904 verlegte Schrift zur Aufklärung der Herbarien von GHERARDO CIBO von der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts (die Zuerkennung wurde ihm jedoch mit guten Gründen bestritten) und die Schrift über einen wertvollen in Rom aufbewahrten Miniatur-Codex der Materia medica des Dioskorides. Aber er beschäftigte sich auch mit der Sammlung von Volksnamen der Pflanzen, wobei er mit Ligurien begann und dann seine Studien auf ganz Italien ausdehnte; er konnte so zwei starke Bände zusammenstellen, die unter dem Titel „Flora popolare d'Italia“ 1921 erschienen und neben seinem Scharfsinn und seiner Ausdauer auch

von seiner Liebe für sein Adoptiv-Vaterland Zeugnis ablegen, dem er seinen Reichtum an linguistischem Erbe enthüllte. Von den volkstümlichen Arbeiten sei hier nur hingewiesen auf das bei HOEPLI erschienene Werk über die Flora der Alpen, das eine zweite Auflage erlebte, und auf dasjenige über die Küstenflora von Genua bis Barcelona, beide reich illustriert und heute vergriffen. Endlich sei noch erwähnt, daß PENZIG sich verdient machte durch die Überwachung des Druckes der Flora Pyrenaea von P. BUBANI in vier starken, gelehrten Bänden, die von den Spezialisten sehr geschätzt werden.

Mit hervorragenden geistigen Eigenschaften, praktischem Sinn und klarem Denken, mit unermüdlicher Tatkraft in der wissenschaftlichen Forschung, die sein ganzes Sein erfüllte, ohne ihn an einem besseren Los im Jenseits verzweifeln zu lassen, verband OTTO PENZIG die Eigenschaften eines vollkommenen Ehrenmannes, den die Erfolge der glücklichen Zeit nicht überheblich machten, der sich aber ebensowenig von den Bitternissen und Widrigkeiten des Daseins, die ihn in den letzten Jahren plagten, erschüttern ließ. Sein wohlwollendes und zugleich ernstes Gesicht wird allen, die ihn kannten, eingeprägt bleiben als das eines Mannes, der an die Wissenschaft glaubte und ihr sein Bestes gab. Und die Wissenschaft hat mit seinem Tode einen schmerzlichen und unersetzlichen Verlust erlitten.

---

# Karl Reiche.

Von
HERMANN ROSS, München-Nymphenburg.
(Mit Bildnistafel.)

Von frühester Jugend an war KARL REICHE für die Natur und alles, was sie in sich begreift, begeistert, und schon während seiner Gymnasiastenzeit in Chemnitz i. Sa. lernte er unter Führung seines naturwissenschaftlichen Fachlehrers auf zahlreichen Exkursionen in die Umgebung sowie in das benachbarte Gebirge die heimatliche Pflanzenwelt kennen. So wurde es ihm nicht schwer, nach Erlangung des Reifezeugnisses (1882) sich für einen Beruf zu entscheiden. Er studierte Naturwissenschaften und widmete sich besonders der Botanik. Während des Studiums betätigte er sich bereits als „Famulus" des Leiters des Botanischen Instituts, Geh. Hofrat A. SCHENK, unter dessen Leitung er auch seine Dissertation ausarbeitete (Veröffentlichungen Nr. 1). In Leipzig setzte er auch die floristischen Studien eifrig fort, und so entstand alsbald seine erste selbständige Arbeit (Nr. 2). Nach Erlangung der Doktorwürde und nach abgelegtem Staatsexamen für das höhere Lehrfach siedelte REICHE nach Dresden über. 1886 und 1887 war er „Probekandidat" am Gymnasium in Dresden-N. und wurde auch Assistent von Prof. O. DRUDE am Botanischen Institut der Technischen Hochschule daselbst. So kam er in das Fahrwasser der systematischen und pflanzengeographischen Botanik, welche Richtung von ihm nun auch verfolgt wurde.

Neben morphologischen und anatomischen Untersuchungen (Nr. 3, 4) wurde in dieser Zeit und später eine Anzahl kleinerer Familien für die „Natürlichen Pflanzenfamilien", welche damals im Erscheinen begriffen waren, bearbeitet, teils von REICHE allein, teils in Gemeinschaft mit einem Fachgenossen (Nr. 7). Bezeichnend für REICHEs schon damals vielseitigen Interessen ist auch der Aufsatz „Goethe als Naturforscher" (Nr. 6).

Da die Aussichten im naturwissenschaftlichen Lehramt damals recht ungünstig in Deutschland waren, und REICHEs Wunsch, sich zu habilitieren, nicht in Erfüllung ging, nahm er 1889 eine Lehrerstelle am Lyzeum in Constitution (Chile) an, wohl auch mit dem Gedanken, daß jenes in bezug auf seine Pflanzenwelt äußerst vielseitige Land, das sich von jeher auch durch seine aufrichtige Deutschfreundlichkeit auszeichnete, den angehenden Systematiker

und Pflanzengeographen eine reiche Betätigung erhoffen ließ. Diese Hoffnungen haben sich dann auch erfüllt.

Zunächst beschäftigte sich REICHE in seiner neuen Heimat mit der vielgestaltigen Pflanzenwelt in der Umgebung von Constitution. Die langen Sommerferien benutzte er zu ausgedehnten Reisen in verschiedene Teile Chiles, besonders in wenig erforschte Gebiete des Südens des Landes.

In den folgenden Jahren zeigten sich dann auch die Früchte dieser eifrigen und erfolgreichen wissenschaftlichen Tätigkeit in zahlreichen, zum größten Teil in Deutschland veröffentlichten Arbeiten auf verschiedenen Gebieten: Systematik und Floristik, physiologische und systematische Pflanzengeographie, Morphologie, Biologie usw. (Nr. 8—51).

1896 wurde REICHE als Leiter der botanischen Abteilung des unter der Direktion von R. A. PHILIPPI und F. PHILIPPI stehenden Nationalmuseums in Santiago berufen. Nun befand er sich im Mittelpunkt des wissenschaftlichen Lebens des Landes und fand auch in der Landeshauptstadt und durch die dortige Universität, an der er bald a. o. Professor wurde, günstigere Arbeitsbedingungen als bisher. Nebenamtlich lehrte er auch im Instituto Agricola, wo er besonders die Pflanzenkrankheiten und andere Zweige der angewandten Botanik behandelte (Nr. 33, 36). Ferner gab er auch ein botanisches Lehrbuch in spanischer Sprache heraus (Nr. 22).

CLAUDE GAY hatte 1845—53 seine ausgezeichnete „Flora Chilena“ veröffentlicht. Seit dieser Zeit hatte die floristische Durchforschung des Landes große Fortschritte gemacht, und ein überreiches, meist sehr zerstreutes Material hatte sich im Laufe der Zeit angehäuft. Es lag daher ein großes Bedürfnis vor nach einem kritischen, vom neuzeitlichen Geiste getragenen, zusammenfassenden Werke über die Phanerogamenflora Chiles. Dieses große Unternehmen begann REICHE alsbald und seit 1894 erschienen in spanischer Sprache nach und nach (bis 1911) 5 Bände und die Hälfte des 6. Bandes (Nr. 21). DECANDOLLEs System (im Sinne von BENTHAM und HOOKER, *Genera plantarum*) folgend, enthalten die erschienenen Bände die Thalamifloren, Calycifloren, Corollifloren und von den Monochlamydeen die Nyctaginaceen, Amarantaceen, Phytolaccaceen und Chenopodiaceen. Zunächst erschien die Arbeit in den Annalen der Universität Santiago. Daraus wurden Sonderdrucke für den Buchhandel hergestellt. Es wäre sehr zu wünschen, daß einer der dortigen Botaniker das so wichtige und nützliche Werk zum Abschluß bringen möchte. ¾ der Arbeit ist wohl von REICHE geleistet worden.

Ein besonderes Verdienst Reiches war es, daß er nicht nur sorgfältig das so zerstreute Material für das Florenwerk zusammentrug, sondern es auch kritisch sichtete. Viele Autoren waren in bezug auf die Zersplitterung der Arten sehr weit gegangen und hatten oft wegen geringfügiger, bisweilen nicht einmal beständiger Merkmale neue Arten aufgestellt. Reiche zog zusammen, was nach seinen gründlichen Erfahrungen und Beobachtungen an lebenden Pflanzen zusammengehörte und ordnete die nur wenig belangreichen Abweichungen als Varietäten, Formen usw. unter.

Eine bis dahin fehlende Zusammenfassung der pflanzengeographischen Verhältnisse Chiles veröffentlichte Reiche 1907: Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Das hauptsächlich auf eigenen Erfahrungen und umfangreichen systematischen und ökologischen Kenntnissen aufgebaute Werk, welches als VIII. Band von der von Engler und Drude herausgegebenen „Vegetation der Erde" erschienen ist (Nr. 43), behandelt in gründlicher und vielseitiger Weise alle einschlägigen Fragen.

1911 ernannte die Deutsche Botanische Gesellschaft Reiche zu ihrem korrespondierenden Mitglied.

Infolge der Berufung an die Universität in Mexiko als Professor der Botanik und Biologie und als Leiter der botanischen Abteilung des „Instituto Medico Nacional" siedelte Reiche 1911 nach der Hauptstadt Mexikos über.

In seinem neuen Wirkungskreise nahm die Lehrtätigkeit naturgemäß einen breiteren Raum ein als bisher. Seit 1916, infolge von Lehrermangel durch den Krieg, wirkte Reiche außerdem als Lehrer der Naturwissenschaften usw. an der Oberrealschule der deutschen Kolonie in Mexiko. Letztere Tätigkeit veranlaßte ihn, eine Anzahl von naturwissenschaftlichen Lehr- und Lesebüchern zu verfassen, die sich an die umgebende Natur anlehnten und so den Bedürfnissen des Landes Rechnung trugen (Nr. 53, 56—58).

Die Phanerogamen Mexikos waren vom floristischen und systematischen Standpunkt aus infolge der Sammeltätigkeit zahlreicher europäischer und nordamerikanischer Botaniker und Sammler im allgemeinen gut bekannt, aber Einzelarbeit gab es noch überall und besonders die Verbreitung der Pflanzen und ihre Beziehungen zur Umwelt waren bis dahin wenig berücksichtigt worden.

Auf zahlreichen Reisen lernte Reiche viele Teile Mexikos kennen und konnte so seine in Chile begonnenen Studien über die amerikanische Pflanzenwelt fortsetzen. In mehreren Arbeiten legte er die Ergebnisse seiner hier angestellten Beobachtungen und Untersuchungen nieder. Viel beschäftigte er sich auch mit

pflanzengeographischen Studien und machte auch einige Veröffentlichungen darüber (Nr. 54, 59, 72).

Der Wunsch, in die Heimat zurückzukehren und hier seine vielseitigen praktischen und theoretischen Erfahrungen nach und nach zu verarbeiten, wurde durch den Krieg und durch die ungünstigen Verhältnisse in Deutschland in der Nachkriegszeit lange hinausgeschoben. Als jedoch 1923 infolge der revolutionären Bewegung in Mexiko die dortige Universität geschlossen und die Professoren kurzerhand entlassen wurden, kam es rasch zu einer Entscheidung. 1924 verließ er das einst so ruhige und sichere Land und wählte München als Wohnsitz, wo die Universität ihn als Honorarprofessor aufnahm. Seine Vorlesungen bezogen sich auf allgemeine und spezielle Pflanzengeographie, das natürliche System der Pflanzen, Geschichte und Bedeutung der Kulturpflanzen, Lebens- und Haushaltungslehre (Ökologie) der Organismen (Einfluß der organischen und anorganischen Umwelt), Einführung in die Entwicklungstheorie.

März 1926 unternahm REICHE mit Unterstützung verschiedener wissenschaftlicher Gesellschaften und der „Notgemeinschaft für die deutsche Wissenschaft“ nochmals eine Reise nach Mexiko, um verschiedene Lücken in bezug auf seine pflanzengeographischen Studien auszufüllen, und mit dem Ziel, für die Pflanzenwelt Mexikos ein ähnliches Werk zu schaffen wie seine entsprechende Arbeit über Chile. Diese Absicht hat er auch planmäßig durchgeführt, kehrte aber Weihnachten 1927 leidend nach München zurück. In den tropischen Gebieten hatte er sich ein Darmleiden zugezogen, das sich nach und nach verschlimmerte. Die Bearbeitung der auf der letzten Reise gesammelten Pflanzen sowie der vielen gemachten Beobachtungen und Forschungen hat REICHE nach seiner Rückkehr sogleich begonnen, aber nur zum kleinen Teil ausführen können. Ein mehr allgemein gehaltenes Buch „Kreuz und quer durch Mexiko, Aus dem Wanderbuch eines deutschen Gelehrten“ hat er aber noch vollendet; es ist anfangs 1930 erschienen (Nr. 82).

Am 1. Januar 1928 wurde REICHE die ehrenamtliche Leitung des Botanischen Museums (Phanerogamenherbar) in München-Nymphenburg übertragen, eine anregende und nutzbringende Tätigkeit, die ihm auch die Annehmlichkeit der Hilfsmittel eines gut eingerichteten Instituts mit umfangreicher Bücherei bot. Leider konnte er nur noch wenig davon Gebrauch machen.

REICHE war nicht nur ein eifriger, unermüdlicher Forscher, sondern auch ein liebenswürdiger, edler Mensch und angenehmer Gesellschafter, der anregend und humorvoll von seinen Reisen und

Studien zu plaudern wußte. Er teilte gern von seinen reichen Erfahrungen auch anderen mit. Er starb am 26. Februar 1929 im 69. Lebensjahre (geboren am 31. Oktober 1860) in Dresden.

REICHE hat sein ganzes Leben lang eifrig gewirkt und treu ausgehalten auf wenig günstigen Außenposten des wissenschaftlichen Lebens und viele Bausteine geliefert für das große Gebäude der Naturerkenntnis. Sowohl in Chile als auch in Mexiko hat er keine eigenen Sammlungen besessen. Die im ersteren Lande gesammelten Pflanzen befinden sich im Nationalmuseum in Santiago, sein mexikanisches Herbarmaterial liegt im „Instituto Medico Nacional", mit Ausnahme der auf seiner letzten Reise (1926/27) gemachten Sammlungen, welche sich ebenso wie seine einschlägigen Tagebücher im Staatsherbar in München-Nymphenburg befinden.

Viele Angaben über REICHEs Leben und Wirken sowie eine Übersicht seiner Veröffentlichungen verdanke ich seiner Witwe, Frau FRIDA REICHE geb. BORÉE, mit der er seit 1893 verheiratet war, und die ihm nicht nur eine liebevolle und sorgsame Gattin war, sondern auch eine unermüdliche Begleiterin auf manchen seiner Reisen.

---

### Veröffentlichungen von KARL REICHE.


1. Über anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der Blüten während der Entwickelung der Frucht vor sich gehen. Jahrb. f. wissensch. Botanik XVI (1885), S. 638—687; Tfl. XXVII, XXVIII. — Inaug.-Dissert. Leipzig 1885.
2. Die Flora von Leipzig. Abh. d. naturw. Ges. Isis in Dresden. Jahrg. 1886, S. 43—50.
3. Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. V (1887), S. 310—318; Tfl. XV.
4. Geflügelte Stengel und herablaufende Blätter. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VI (1888), S. 323-328.
5. Literatur zur Flora des Königreichs Sachsen aus dem 19. Jahrhundert. Abh. Isis, Dresden. Jahrg. 1888, S. 78—85.
6. GOETHE als Naturforscher. Abh. Isis, Dresden. Jahrg. 1889, S. 78—88.
7. Balsaminaceen, Cistaceen, Erythroxylaceen, Geraniaceen, Humiriaceen, Limnanthaceen, Linaceen, Oxalidaceen, Plantaginaceen, Tropaeolaceen, Violaceen. In: Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Teil III Abt. 4, 5, 6; Teil IV Abt. 3 B. 1889—95.
8. Über nachträgliche Verbindungen frei angelegter Pflanzenorgane. Flora LXXIV (1891), S. 435-444; Tfl. XIII.

Über die Pflanzenwelt Chiles.

9. Beiträge zur Kenntnis der Liliaceae-Gilliesieae. ENGLERs Bot. Jahrb. XVI (1903), S. 262-277; Tfl. II.
10. Über habituelle Ähnlichkeit generell verschiedener Pflanzen. Abh. Isis, Dresden. Jahrg. 1892, S. 33—36; 2 Textfig.

11. Über polster- und deckenförmig wachsende Pflanzen. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. II (1893), S. 306–317.
12. *Violae chilenses.* ENGLERs Bot. Jahrb. XVI (1893), S. 405—452; Tfl. VI, VII.
13. Zur Kenntnis der chilenischen Arten der Gattung *Oxalis.* ENGLERs Bot. Jahrb. XVIII (1894), S. 259–305; Tfl. IX.
14. Sobre el método, que debe seguirse en el estudio comparativo de la flora de Chile. Anales Univ. de Chile. Santiago 1894.
15. Die Vegetationsverhältnisse am Unterlaufe des Rio Maule (Chile). ENGLERs Bot. Jahrb. XXI (1895), S. 1—52.
16. Die botanischen Ergebnisse meiner Reise in die Cordilleren von Nahuelbuta und von Chillan. ENGLERs Bot. Jahrb. XXII (1895), S. 1–16.
17. Apuntes sobre la Vegetacion en la Boca del Rio Palena. Anales Univ. de Chile. Santiago 1895, S. 1–35.
18. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Azara.* ENGLERs Bot. Jahrb. XXI (1896), S. 499—513
19. Ziele und Arbeitsmethoden der botanischen Systematik. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. III (1896), S. 301–323.
20. Flora de Chile. Estudios criticos sobre la flora de Chile. Anales Univ. de Chile, Santiago LXXXVIII (1894) ff. Für Europa in Kommission bei der Buchhandlung v. ZAHN & JAENSCH, Dresden. — Bd. I (1896), II (1898), III (1902), IV (1905), V (1910), VI 1 (1911). — Anfangs unter Mitarbeit von R. A. PHILIPPI, F. PHILIPPI und F. JOHOW; später allein.
21. Elementos de la morfolojía i sistemática botánica. Santiago Imprenta Cervantes 1896.
22. Zur Kenntnis von *Gomortega nitida* R. et Pav. Deutsche Bot. Ges. XIV (1896), S. 225–233; Tfl. XVI.
23. Zur Kenntnis der Lebenstätigkeit einiger chilenischer Holzgewächse. Jahrb. f. wissensch. Bot. XXX (1897), S. 81–115.
24. Zur Systematik der chilenischen Arten der Gattung *Calandrinia.* Deutsche Bot. Ges. XV (1897), S. 493–503.
25. Beiträge zur Kenntnis der chilenischen Buchen. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago III (1897), S. 397—422.
26. La geografia botánica de la rejion esplorada del Rio Manso. Anales Univ. de Chile. Santiago 1898, S. 125–154.
27. La Vegetación en la boca del Rio Palena. Anales Univ. de Chile. Santiago 1898.
28. Zur Kenntnis einiger chilenischer Umbelliferen-Gattungen. ENGLERs Bot. Jahrb. XXVIII (1899), S. 1—17; Tfl. I, II.
29. Die Verbreitungsverhältnisse der chilenischen Coniferen. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. IV (1900), S. 221—232.
30. Beiträge zur Systematik der Calyceraceen. ENGLERs Bot. Jahrb. XXIX (1901), S. 107–119; Tfl. I.
31. Beiträge zur Kenntnis der Flora der Flußtäler Camarones und Vitor. Gemeinschaftlich mit PÖHLMANN. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. IV (1900), S. 294–305.
32. Kleistogamie und Amphikarpie in der chilenischen Flora. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. IV (1901), S 1–18.
33. Los productos vegetales indígenas de Chile. Sociedad de Fomento Fabril. Santiago 1901; segunda edicion 1910.
34. Zur Kenntnis der Bestäubung chilenischer Campanulaceen und Goodeniaceen. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. IV (1902), S. 1–14.

35. La Isla de Mocha. Anales del Museo Nacional de Chile. Santiago 1903, S. 1—104.
36. Las Malezas, que invaden a los cultivos de Chile y el reconocimiento de sus semillas. Santiago 1903.
37. Bau und Leben der chilenischen Loranthacee *Phrygilanthus aphyllus*. Flora LXXXXIII (1904), S. 271—297; 5 Textfig., Tfl. V.
38. Monotypische Gattungen der chilenischen Flora. Verh. Deutscher wissensch. Ver. Santiago. 1905, S. 1—16.
39. Die systematische Stellung von *Lenzea chamaepitys* Phil. ENGLERs Bot. Jahrb. XXXVI (1905), S. 82—86; 1 Textfig.
40. RUDOLF AMANDUS PHILIPPI. Nachruf. Deutsche Bot. Ges. XXII (1904), S. [68] — [83].
41. La distribucion geográfica de las Compuestas de la flora de Chile. Anales del Museo Nacional de Chile. Santiago 1905.
42. Bau und Leben der hemiparasitischen *Phrygilanthus*-Arten Chiles. Flora LXXXXVII (1907), S. 375—401; Tfl. XIII, XIV.
43. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. In: Die Vegetation der Erde. Herausgeber A. ENGLER u. O. DRUDE. Bd. VIII. Leipzig 1907.
44. Zur Kenntnis der Dioscoreen-Gattung *Epipetrum* Phil. ENGLERs Bot. Jahrb. XXXXII (1909), S. 178—190; 5 Textfig.
45. Breve reseña de las enfermedadas principales que atacan a los cultivos de Chile. Santiago 1908.
46. Reseña de la botanica de Chile. Santiago 1909.
47. Un roble nuevo de Chile (*Nothofagus megalocarpa*). Bol. Museo Nacional de Chile. Santiago 1909, S. 67.
48. Descripción y resultados de un viaje de estudio de Caldera a Paposo en busca de plantas que contengan caucho. Anales Agron. Santiago. IV (1909).
49. Orchidaceae Chilenses. Anales Museo Nacional de Chile. Santiago 1910, S. 1—87.
50. Zur Kenntnis von *Anagallis montana*. ENGLERs Bot. Jahrb. XXXXV (1911), S. 431—432.
51. Ein Frühlingsausflug in das Küstengebiet der Atacama (Chile). ENGLERs Bot. Jahrb. XXXXV (1911), S. 340—353; 7 Textfig.

Über die Pflanzenwelt Mexicos.

52. Instrucciones para estudios fitogeográficos en Mexico. — El Nextamalxochitl. — *Jatropha spathulata*. — *Nicandra physaloides*. Anales Instituto Medico Nacional. Mexico 1911, S. 1—16.
53. Elementos de botanica. 1. parte, Mexico 1913; 2. parte 1915. Segunda edition 1927.
54. La vegetacion en los alrededores de la capital de Mexico. Tipogr. Economica, Mexico 1914.
55. Was bei einer botanischen Exkursion im heutigen Mexico herauskommen kann. Naturw. Wochenschr. XXX (1915), S. 535—540.
56. Botanisches Lesebuch für Sexta und Quinta der deutschen Schulen Mexikos. Druck von MÜLLER HERMANOS. Mexico 1917.
57. Botanisches Lesebuch für Quarta und Untertertia usw. Mexico 1918.
58. Lecturas botanicas para las escuelas de Mexico. 1918. Servicio de informaciones alemanes en Mexico.
59. Der ursprüngliche Anblick des Tales von Mexico. Mexico 1919.

60. Industrias pequeñas y caseras y su utilidad en la Republica Mexicana. Soc. cientif. „Antonio Alzate." Mexico 1920.
61. Rasgos biologicos del abrojo (*Opuntia tunicata*). Soc. cientif. „Antonio Alzate." Mexico 1921.
62. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Fouquiera*. ENGLERs Bot. Jahrb. LVII (1921), S. 287—301; 8 Textfig.
63. Zur Kenntnis von *Sechium edule* Sw. Flora CXIV (1921), S. 232—248; 9 Textfig.
64. Die physiologische Bedeutung des anatomischen Baues der Crassulaceen. Anhang: *Senecio praecox* DC. Flora CXIV (1921), S. 249—261; 4 Textfig.
65. Diferentes aceptaciones de la palabra Biología. Rev. Mexic. de Biologia 1921, S. 144 - 148.
66. Eine uralte Kochsalzgewinnung in Mexico. Naturw. Wochensch. XXXVI (1921), S. 498—500; 3 Textfig.
67. Zur Kenntnis des Dickenwachstums der Opuntien. Naturw. Wochensch. XXXVII (1922), S. 33—40; 7 Textfig.
68. Die Ausscheidung von Gummischleim durch flachsprossige Opuntien in Mexico. Notizbl. des Bot. Gartens Berlin-Dahlem. VIII (1923), S. 601 bis 613; 2 Textfig.
69. Entwicklung, Bau und Leben der *Euphorbia radians* Benth., einer knollentragenden Art. Flora. CXVI (1923), S. 259—269; 7 Textfig.
70. Los movimentos higroscopicos de los helechos xerofitos y de las selaginelas en el Pedregal de San Angel (Mexico). Bol. de la Univ. Nac. de Mexico. (1923), S. 443 - 454.
71. Consideraciones estadísticas sobre la flora y la vegetación del Valle de Mexico. Mexico Forestal II (1924), S. 111—114.
72. Die Vegetationsverhältnisse in der Umgebung der Hauptstadt Mexico. ENGLERs Bot. Jahrb. LVIII (1922) Beiblatt 129, S. 1—116; 27 Textfig., 1 Karte.
73. La explotación de la resina de ocote. Mexico Forestal III (1925), S. 118—119.
74. Biologische Betrachtungen über Unkräuter. Natur. Leipzig 1925, S. 521—524.
75. Beiträge zur Beurteilung des Zweckmäßigkeits-Problems. Natur. Leipzig 1925, S. 222 - 225; 238—242.
76. Protección a la flora mexicana. Mexico Forestal IV (1926), S. 18.
77. Flora excursoria en el Valle central de Mexico. Talleres Graficos de la Nacion. Mexico 1926.
78. *Podocarpus guatemalensis*. Mexico Forestal V (1927), S. 77—78.
79. Narkotische Kakteen. Heil- u. Gewürzpfl. München. X (1927), S. 153—155; 1 Textfig.
80. Observaciones sobre algunos suelos mexicanos y su vegetación forestal. Mexico Forestal VI (1928), S. 134—139. — In Gemeinschaft mit K. SUESSENGUTH.
81. Lecturas biologicas. Talleres Graficos de la Nacion. Mexico 1928.
82. Kreuz und quer durch Mexico. Aus dem Wanderbuch eines deutschen Gelehrten. Deutsche Buchwerkstätten Leipzig 1930.

Für mehrere in Chile und in Mexiko erschienene Veröffentlichungen ist es mir trotz vielseitiger Bemühung nicht gelungen, die erhaltenen Angaben zu vervollständigen.

---

# Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 1. Mai 1930.)

## Ehrenmitglieder.

**Bower, F. O.**, F. R. S., Professor der Botanik in **Ripon,** Yorkshire (England), 2 The Crescent. Erwählt am 12. September 1907.

**Marloth,** Dr. **Rudolf,** Professor in **Kapstadt** (Südafrika), P. O. Box 359. Erwählt am 27. November 1925.

**Nawaschin,** Dr. **Sergius,** Professor, Direktor des Timiriaseff Staatsinstitutes f. d. wissenschaftl. Naturforschung, in **Moskau,** Piatnitzkaja 48. Erwählt am 12. September 1907.

**Prain,** Sir **David,** F. R. S., in **Warlingham,** Surrey (England), The Well Farm. Erwählt am 12. September 1907.

**Thaxter,** Dr. **Roland,** em. Professor und Honorary Curator des Farlow Herbariums an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott-Str. Erwählt am 12. September 1907.

**de Vries,** Dr. **Hugo,** Professor der Botanik an der Universität Amsterdam, in **Lunteren,** de Boeckhorst (Holland). Erwählt am 24. September 1891.

**Winogradsky,** Dr. **Sergius,** Professor in **Paris,** Inst. Pasteur, rue Dutot 23. Erwählt am 12. September 1907.

## Korrespondierende Mitglieder.

**Béguinot,** Dr. **Augusto,** Professor und Direktor des Botanischen Institutes und Gartens der Universität in **Genua.**

**Beijerinck,** Dr. **M. W.,** Professor am Polytechnikum in Delft (Holland), in **Gossen** bei **Deventer.**

**Bose,** Sir **Jagadis Chunda,** Professor an der Universität, Direktor des Bose-Research-Institutes in **Calcutta.**

**Briquet,** Dr. **John,** Direktor des botanischen Instituts und Gartens der Stadt Genf, in **Genf** (Schweiz), Route de Lausanne 192.

**Buscalioni,** Dr. **Luigi,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Palermo.**

**Cajander**, Dr. **A. K.**, Professor, Exzellenz, Generaldirektor der Finnischen Staatsforsten in **Helsingfors.**

**Cavara**, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Neapel.**

**Chodat**, Dr. **Robert**, ord. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Universität in **Genf.**

**Christ**, Dr. **Hermann**, Oberlandesgerichtsrat in **Riehen** bei Basel, Burgstraße 110.

**Elfving**, Dr. **Fredrik E. W.**, Professor emer. d. Botanik a. d. Univers. Helsingfors, beständiger Sekretär der Finnländ. Sozietät d. Wissenschaften in **Helsingfors**, Köpmansgatan 10.

**Guignard**, Dr. **Léon**, Professor der Botanik in **Paris.**

**Harper**, **R. A.**, Professor an der Columbia-Universität in **New York** (U. S. A.).

**Hitchcock**, **A. S.**, Senior Botanist in charge of Systematic Agrostology in **Washington** (D. C.), Department of Agriculture.

**Ikeno**, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Tokio.**

**Juel**, Dr. **Hans Oscar**, Professor emer. in **Djursholm** (Schweden).

**Lecomte**, Dr. **Henri**, Professor am Musée d'Histoire Naturelle, Académie des Sciences, in **Paris**, Rue des Ecoles 24.

**Mangin**, Dr., Professor, Direktor am Musée d'Histoire Naturelle in **Paris**, Rue Cuvier.

**Merrill**, **Elmer D.**, Professor, Direktor des Botanischen Gartens in **New York** (U. S. A.), Bronx Park.

**Miyoshi**, Dr. **Manabu**, Professor an der Universität in **Tokio**, Botan. Inst.

**Murbeck**, Dr. **Svante**, Professor emer. in **Lund** (Schweden), Pålsjövägen 4.

**Oliver**, **F. W.**, F. R. S., Professor der Botanik am University College in London, Ballards Barn, **Limpsfield Common** (Surrey, England).

**Ridley**, **H. N.**, M. A., in **Kew** (England), Surrey, 7 Cumberland Rd.

**Robinson**, Dr. **Benjamin Lincoln**, Professor der systematischen Botanik und Kurator des Gray-Herbariums an der Harvard Universität in **Cambridge**, Mass. (U. S. A.), Clement Circle 3.

**Scott**, Dr. **Dukinfield H.**, F. R. S., in **Oakley**, **Hants**, England, East-Oakley House.

**Seward**, **Albert Charles**, Professor der Botanik, Master of Downing College in **Cambridge**, The Master's Lodge, Downing College.

**Stapf**, Dr. **Otto**, Keeper i. Ruhestand am Herbarium und an der Bibliothek des Kgl. Botan. Gartens in **Kew** (England), 80 Bushwood Road.

**Trelease**, **William**, Professor an der University of Illinois in **Urbana** (Illinois, U. S. A.).

**Went**, Dr. **F. A. F. C.**, ord. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Utrecht** (Holland), Nieuwe Gracht 187.

**Wildeman**, Dr. **Em. de**, Professor, Direktor des Botan. Gartens in **Brüssel.**

**Willis**, Dr. **John Christopher**, Redakteur d. „Empire Cotton Growing Review" in **Cambridge**, England, Cavendish Avenue 8.

---

## Mitglieder.

---

**Abromeit**, Dr. **Johannes**, a. o. Professor der Botanik an der Albertus-Universität in **Königsberg i. Pr.**, Goltzallee 28a.

**Agamow, Saribek**, Laborant für Botanik an der Universität in **Baku** (Kaukasus), Ulica Swobodi 98 (Birzevaja).

**Agharkar**, Dr. **Shankar**, Ghose Professor der Botanik an der Universität in **Calcutta** (Brit.-Indien), Ballyganj Circular Road 35.

**Ahlgrimm, Hilde**, Studienreferendarin in **Hamburg 37**, Werderstr. 29.

**Åkermann**, Dr. **Åke**, in **Svalöf** (Schweden), Sveriges Utsädesförening.

**Alexandrov**, Dr. **Wasily G.**, Professor in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44, Institut für angewandte Botanik.

**Allorge**, Dr. **Pierre**, Unterdirektor des Laboratoriums für Kryptogamenkunde am Naturhistorischen Museum in **Paris XIII**, 7 rue des Wallons.

**Alvarado**, Dr. **Salustio**, Professor der Biologie und Physiologie am Instituto Nacional in **Tarragona** (Spanien), Carretera de Barcelona Nr. 3.

**Anders, Gustav**, Mittelschullehrer i. R. in **Berlin-Charlottenburg 9**, Königin-Elisabeth-Str. 50.

**Anders, Josef**, Bürgerschuldirektor in **Böhmisch-Leipa** (Böhmen), Parkstr. 448.

**Anderson**, Dr. **Donald B.**, Assistent-Prof. of Botany am North Carolina State College in **Raleigh N. C.** (Amerika).

**André**, Dr. **Hans**, Privatdozent f. Botanik in **Köln**, Alteburger Wall 12, IV.

**Andres, Heinrich**, in **Bonn a. Rh.**, Argelanderstr. 124, II.

**Appel**, Dr. **Otto**, Geh. Regierungsrat, Direktor der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Honorarprofessor an der Landwirtsch. Hochschule Berlin, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 17.

**Arbeláez**, Dr. **Enrique Pérez** aus Kolumbien, z. Zt. in **München**, Botanisches Institut, Menzinger Str. 13.

**Arens**, Dr. **Karl**, Universitätsassistent am Botan. Institut d. Univers. Köln, in **Köln-Zollstock**, Vorgebirgstr. 51.

**Arisz**, Dr. **W. H.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Reichsuniversität in **Groningen** (Holland), Nieuwe Kijkintjatstraat 84.

**Arland**, Dr. **Anton**, Privatdozent am Institut für Pflanzenbau und -züchtung der Universität in **Leipzig**, Johannisallee 21.

**Arnold**, **August**, Assistent apl. am Bot. Institut in **Münster i. W.**, Bohlweg 56.

**Arrhenius**, Dr. **Olof**, in **Stockholm 6**, Gamla Haga.

**Arthur**, Dr. **J. C.**, Professor em. der Botanik an der Purdue University, Agricultural Experiment Station, Department of Botany, in **Lafayette**, Indiana (U. S. A.).

**Baas Becking**, Dr. **Lovrens G. M.**, Professor der Biologie an der **Stanford University**, Jacques Loeb Laboratory, Cal. U. S. A.

**Bach**, Dr. **Heinrich**, Professor in **Stuttgart-Ost**, Teckstr. 81.

**Bachmann**, Dr. **Ewald**, Realgymnasialprofessor in **Radebeul** bei Dresden, Moltkestr. 24, I.

**Bachmann**, Dr. **Fritz**, Professor, Privatdozent, 1. Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Leipzig**, Linnéstr. 1.

**Bachmann**, Dr. **Hans**, Professor der Naturgeschichte an der höheren Lehranstalt des Kantons Luzern, in **Luzern**, Brambergstr. 5a.

**Balde**, **Hans Th.**, Apotheker in **Braunschweig**, Allerstr. 44, I.

**Bally**, **Walter**, Botaniker bei der Versuchsstation in **Malang** (Java).

**Baranow**, **Paul**, Direktor des Botanischen Instituts der Mittelasiatischen Universität in **Taschkent**, U. S. S. R., Balyktschinskaja 8.

**Bartke**, **Richard**, Oberstudienrat i. R., Professor, in **Cottbus**, Lessingstraße 1, I.

**Baesecke**, Dr. **Paul**, Apotheker in **Braunschweig**, Eiermarkt 1, Martini-Apotheke.

**Bauch**, Dr. **Karl**, Studienrat in **Berlin NW 87**, Elberfelder Str. 36.

**Bauch**, Dr. **Robert**, Privatdozent in **Rostock**, Botanisches Institut, Doberaner Str. 143.

**Baur**, Dr. med. et phil. **Erwin**, Dr. agr. h. c., o. Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Züchtungsforschung in **Müncheberg** (Mark).

**Bavendamm**, Dr. **Werner**, Privatdozent der Botanik an der Forstlichen Hochschule Tharandt und der Technischen Hochschule Dresden in **Tharandt** bei Dresden, Sidonienstr. 166B.

**Bazyrina**, Frl. **K.**, Assistentin am Pflanzenphysiolog. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad)**.

**Beatus**, **Richard**, cand. rer. nat. in **Tübingen**, Münzgasse 13.

**Beck-Mannagetta,** Dr. **Günther,** Hofrat, Professor i. R., ehem. Vorstand des botan. Instituts der Deutschen Universität in **Prag** VII, Veletržni 29, Tschechoslowakei.

**Beck,** Dr. **Olga,** Hauptschullehrerin in **Wien XVIII,** Währinger Str. 190, I. Stg. I/10.

**Becker,** Dr. **Karl Ernst,** Vorsteher der Botanischen Abteilung der Anhaltischen Versuchsstation und Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Anhalt, in **Bernburg a. S.,** Annenstr. 23.

**Beger,** Frau Dr. **Else,** in **Berlin-Grunewald,** Ilmenauer Str. 9b.

**Beger,** Dr. **Herbert,** Wissenschaftl. Mitarbeiter an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Grunewald,** Ilmenauer Str. 9b.

**Béguinot,** Dr. **Augusto,** Professor und Direktor des botanischen Instituts und Gartens der Universität in **Genua.**

**Behrens,** Dr. **Johannes,** Professor, Geh. Oberregierungsrat, in **Hildesheim,** Goslarsche Str. 45.

**Behrisch, Richard,** Assistent an der Hauptstelle für Pflanzenschutz in **Hannover,** Georgsplatz 19, II.

**Benecke,** Dr. **Wilhelm,** o. Professor der Botanik, Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Münster i. W.,** Am Kreuztor 5.

**Bennet-Clark, T. A.,** B. A., Assistent an der Botanical School of the Trinity College in **Dublin.**

**Bergdolt,** Dr. **Ernst,** in **München 19,** Nymphenburgerstraße 207.

**Bersa,** Dr. **Egon,** Privatdozent f. Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Graz** (Österr.), Schubertstr. 53.

**Berthold,** Dr. **Gottfried,** Geh. Regierungsrat, em. Universitätsprofessor in **Göttingen,** Wilhelm-Weber-Str. 33.

**Bertsch,** Dr. **Karl,** Oberreallehrer in **Ravensburg,** Herrenstr. 52.

**Bessey, Ernst Athearn,** Ph. D., Professor der Botanik am Michigan State College in **East Lansing,** Michigan (U. S. A.), University Drive 213.

**Bethge,** Dr. **Hans,** Studienrat in **Potsdam,** Kunersdorfer Str. 9.

**Bierbrodt, Wilhelm,** Rektor der Städt. höheren Mädchenschule in **Kamen** (Westf.), Oststr. 15.

**Blakeslee,** Dr. **Albert F.,** Professor, Carnegie Station **Cold Spring Harbor,** L. I., N. Y., U. S. A.

**Bleier,** Dr. **Hubert,** Assistent an der Lehrkanzel für Phytopathologie der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII.**

**Bloch,** Dr. **Robert,** in **Charlottenburg 2,** Knesebeckstr. 83.

**Blochwitz, Adalbert,** Oberlehrer a. D. in **Berlin-Reinickendorf-Ost,** Amendestr. 79, Erdg.

**Blum**, Dr. **Gebhard**, Privatdozent, Bot. Institut in **Freiburg** (Schweiz), Gambachstr. 5.

**Boas**, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule München und an der Hochschule Weihenstephan im Verband der Technischen Hochschule München, in **Freising**, Ruppstr. 23.

**Bobko, Eugen**, Professor am Zentralinstitut f. d. Zuckerindustrie in **Moskau**, Miussky Platz 22/10.

**Bode**, Dr. **Hans Robert**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Bonn a. Rhein**, Poppelsdorfer Schloß.

**Bode**, Dr., Assistent am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin N, Seestr. 61, in **Hermsdorf** bei Berlin, Augusta-Victoria-Str. 3.

**Bogen, Alfred**, Magistratsschulrat in **Magdeburg**, Große Diesdorfer Str. 20/22.

**Böhmer, Karl**, stud. rer. nat., Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Böhner**, P. **Philotheus**, in **Münster i. W.**, Mecklenbeckerstr. 2.

**Böning**, Dr. **Karl**, wiss. Hilfsarbeiter an der bayr. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in **München**, Liebigstr. 25.

**Boresch**, Dr. **Karl**, Professor für Pflanzenernährung an der Landw. Abteilung der Prager Deutschen Technischen Hochschule in **Tetschen-Liebwerd.**

**Börger**, Dr. **Hermann**, in **Potsdam**, Luckenwalder Str. 11.

**Borissow, Georg**, Assistent in **Wladikawkas** (Rußland), Agronomisches Institut.

**Börner**, Dr. **Carl**, Oberregierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, Leiter der Zweigstelle in **Naumburg a. S.**, Weißenfelser Str. 57.

**Bortels**, Dr. **Hermann**, Assistent, in **Berlin-Dahlem**, Lentze-Allee 56.

**Boschan, Georg**, Kaufmann, Kommerzienrat in **Wien XIX**, Weimarer Str. 94.

**Boss**, Dr. **Georg**, in **Wiesbaden-Biebrich**, Wiesbadener Str. 69.

**Bothe**, Dr. **Friedrich**, Assistent am Botan. Institut in **Braunschweig**, Humboldtstr. 1.

**Branscheidt**, Dr. **Paul**, Bot. Institut Würzburg, Forschungsauftrag des Bayr. Staatsministeriums f. Landwirtschaft, in **Würzburg**, Unterer Dallenberg 6.

**Brauner**, Dr. **Leo**, Privatdozent in **Jena**, Botanisches Institut.

**Braunholz**, Dr. **Kuno**, Studienrat in **Braunschweig**, Bodestr. 12.

**Bredemann**, Dr. **Gustav**, Ordentl. Professor an der Universität und Direktor des Instituts für angewandte Botanik, in **Hamburg 36**, Bei den Kirchhöfen 14.

**Brehorst, Fritz,** Mittelschullehrer in **Hedersleben** (Bez. Magdeburg), Schulstr. 120.

**Bremekamp,** Dr. **C. E. B.,** Professor der Botanik am Transvaal University College, in **Pretoria** (Südafrika).

**Brenner,** Dr. **Widar,** Dozent an der Universität in **Helsingfors,** Botan. Institut.

**Breslawetz,** Frau **Lidia P.,** in **Moskau,** Pjatnitzkaja 48, Institut für wissenschaftl. Forschung.

**Brieger,** Dr. **Friedrich,** Privatdozent an d. Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem,** Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Boltzmannstr.

**Bröske,** Dr. **Max,** Schlachthof-Direktor in **Hindenburg** (Oberschlesien), Glückaufstraße 32 A.

**Brückner,** Dr. **Gerhard,** Wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Institut f. Müllerei der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt f. Getreideverarbeitung, in **Berlin-Pankow,** Brixener Str. 61, III.

**Bücher,** Dr. **Hermann,** Wirklicher Legationsrat a. D. in **Berlin NW 40,** Friedr.-Karl-Ufer 2/4.

**Buchheim,** Dr. **Alexander,** Dozent f. Phytopathologie an der Landwirtschaftl. Akademie in **Moskau** (Zentrum), Lobkowsky pereulok 2, Wohnung 26.

**Bucholtz, Alexander F.,** Assistent für Pflanzenphysiologie am Missouri Botanical Garden in **St. Louis, Mo.** (U. S. A.).

**Budde,** Dr. **Hermann,** Studienrat in **Dortmund,** Roonstr. 37.

**Buder,** Dr. **Johannes,** o. Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens in **Breslau 9,** Göppertstr. 2.

**Bünning,** Dr. **Erwin,** in **Jena,** Botanisches Institut.

**Büren,** Dr. **Günther v.,** Assistent am Botanischen Institut der Universität und Privatdozent an der Universität in **Bern,** Aebistr. 11, I.

**Burgeff,** Dr. **Hans,** o. Professor d. Botanik und Direktor d. Botanischen Gartens und Instituts der Universität in **Würzburg,** Klinikstr. 1.

**Burret,** Dr. **Max,** Kustos und Professor am Botanischen Garten der Universität Berlin in Berlin-Dahlem, Königin-Luise-Str. 6/8, Wohnung in **Berlin-Steglitz,** Kleiststr. 23, II.

**Buscalioni,** Dr. **Luigi,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Palermo.**

**Busse,** Dr. **Julius,** o. Professor an der Forstlichen Hochschule in **Tharandt** (Sachsen), Bismarckstr. 8 P.

**Busse,** Dr. **Walter,** Geh. Ob.-Reg.-Rat, Delegierter des Deutschen Reiches beim Internationalen Landwirtschafts-Institut in **Rom (27),** Via Nomentana 261.

**Buxbaum,** Dr. **Franz,** emer. Universitäts-Assistent, in **Neubistritz** (Tschechoslowakei).

**Cammerloher**, Dr. **Hermann**, Dozent an der Universität in **Wien XVII**, Müglendergasse 1.

**Canabaeus**, Dr. **Lotte**, in **Berlin-Lichterfelde-West**, Moltkestr. 36.

**Cartellieri**, Dr. **Engelbert**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Innsbruck-Hötting**, Sternwartstr.

**Cavara**, Dr. **Fridiano**, Professor der Botanik an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens und Instituts in **Neapel** (Italien). Via Foria Nr. 223.

**Chmelař**, Dr. **Frantisek**, a. o. Professor an der Staatl. Landwirtsch. Hochschule, Direktor des Institutes für pflanzliche Produktion und Direktor der Samensektion der Landwirtsch. Versuchsanstalt in **Brünn (Brno)**, Zemědělská ul. I.

**Chodat**, Dr. **Robert**, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Universität in **Genf** (Schweiz).

**Cholodny**, Dr. **Nikolaus**, Professor an der Universität (I. N. O.) in **Kiew** (Ukraine), Ul. Korolenko 58.

**Christensen**, **Carl**, Museumsinspektor am Botanischen Museum in **Kopenhagen**, Skaanesgade 6.

**Christiansen**, **Marie**, in **Hamburg 36**, Institut für allgemeine Botanik, Jungiusstr. 6.

**Christiansen**, Dr **Werner**, cand. med., Wissensch. Hilfsarbeiter am Bakteriologischen Institut der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in **Kiel**, Winterbekerweg 20.

**Christiansen**, **Willi**, Mittelschullehrer in **Kiel-Gaarden**, Brommystr. 36.

**Christiansen-Weniger**, Dr. **Friedrich**, Professor, in **Borby** bei **Eckernförde.**

**Claus**, Dr. **Georg**, Regierungsbotaniker an d. Landwirtschaftl. Versuchsanstalt in **Augustenberg**, Post **Grötzingen i. B.**

**Clausen**, Dr. **Peter**, Studienrat in **Kiel**, Kleiststr. 27.

**Claußen**, **Hugo**, cand. phil. in **Kiel**, Lornsenstr. 57, III.

**Claußen**, Dr. **Peter**, o. Professor der Botanik in **Marburg** (Lahn), Deutschhausstr. 28, I.

**Collander**, Dr. **Runar**, Dozent an der Universität in **Helsingfors** (Finnland), Auroragatan 13.

**Correns**, Dr. **C.**, Geh. Regierungsrat, Professor an der Universität, 1. Direktor d. Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie, Mitglied der Akad. der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem**, Boltzmannstr.

**Crüger**, Dr. **Otto**, Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz in **Königsberg i. Pr.**, Beethovenstr. 24/26.

**Cunze**, Dr. **Reinhard**, Studienrat in **Braunschweig**, Altewiekring 3.

**Czaja**, Dr. **Alphons Theodor**, Privatdozent an der Universität Berlin, Assistent am Pflanzenphysiolog. Institut in **Berlin - Dahlem**, Königin-Luise-Str. 1—3.

**Czurda**, Dr. **Viktor**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der deutschen Universität in **Prag II**, Viničná 3a, Wohnung Prag II, Ječná 9.

**Dahlgren**, Dr. **K. V. Ossian**, Privatdozent, Lektor in **Uppsala** (Schweden), Eriksgatan 27.

**Dahm**, Dr. **Paul**, in **Brühl-Köln**, Friedrichstr. 24.

**Däniker**, Dr. **Albert Ulrich**, Privatdozent für Systematik und Pflanzengeographie an der Universität Zürich, im Dillilee **Küsnacht** (Zürich), Schweiz.

**Danilov**, Dr. **A. N.**, Konservator am Botan. Garten in **Petersburg (Leningrad)**. Pessotschnaja 2.

**Darbishire**, Dr. **Otto Vernon**, Professor der Botanik an der Universität in **Bristol** (England), The University.

**Degen**, Dr. **Arpad von**, K. ung. Hofrat, Oberdirektor der K. ung. Samenkontrollstation, Dozent an der Universität in **Budapest II**, Kis-Rochusgasse 15.

**Dekaprelevitsch**, Dr. **Leonard L.**, Professor am Polytechnischen Institut in **Tiflis** (Transkaukasien), Botanischer Garten.

**Delitsch**, Dr. **Heinrich**, Studienassessor in **Lichtenstein-Callnberg**, Schloß.

**Demeter**, Dr. **Karl J.**, Leiter der Bakteriolog. Abteil. an der Südd. Forschungsanstalt f. Milchwirtschaft in Weihenstephan, in **Freising Obb.**, Haydstr. 16.

**Dengler**, Dr. **Alfred**, Professor der Forstwissenschaft (Waldbau) an der Forstl. Hochschule in **Eberswalde**, Brunnenstraße 27.

**Detmer**, Dr. **Wilhelm**, Professor der Botanik an der Universität in **Jena**, Sonnenbergstr. 1 a.

**Dibbelt**, Dr. **Otto**, Studienrat, Leiter des Kolberger Museums, in **Kolberg**, Ostsee, Wallstr. 55.

**Diels**, Dr. **Ludwig**, o. Professor an der Universität, Generaldirektor d. Botan. Gartens und Museums in **Berlin - Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

**Dieterich**, Dr. **Victor**, Oberforstrat in **Stuttgart**, Relenbergstr. 51, pt.

**Dingler**, Dr. med. et phil. **Hermann**, Hochschulprofessor a. D., in **Aschaffenburg** (Bayern), Grünewaldstr. 15.

**Dittrich**, Dr. **Gustav**, Prof., Studienrat in **Breslau 2**, Gottschallstr. 7.

**Dixon, H. H.**, Sc. D., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Dublin**, Botanical School of the Trinity College.

**Docters van Leeuwen**, Dr. **W. M.**, Direktor des Botanischen Gartens Buitenzorg, Professor f. Botanik an der Medizin. Hochschule Weltevreden, in **Buitenzorg** (Java, Niederl. Ost-Indien), Botan. Garten.

**Dohrn**, Dr. **Reinhard**, Direktor der Zoologischen Station in **Neapel**, Stazione Zoologica.

**Dokturowsky**, Dr. **Wladimir S.**, Professor der Moorkunde an der Moskauer Bergakademie, Vorsteher der Botanischen Abteilung des Torfinstitutes in **Moskau 2**, Arbatstr. 51, Quart. 42.

**Domontowitsch, M. K.**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Station für Pflanzenernährung und Düngung an der Landwirtschaftl. Akademie Petrowskoje-Rasumowskoje bei **Moskau.**

**Donat**, Dr. **Arthur**, in Porto deseado, **Tehuelches**, Gob. Sta. Cruz, Argentinien.

**Döpp**, Dr. **Walter**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Marburg a. L.**, Huteweg 11.

**Doerfel**, Dr. **Franz**, Apotheker in **Berlin W 50**, Tauentzienstr. 2, Wittenberg-Apotheke.

**Dörries**, Dr. **Wilhelm**, Studienrat in **Berlin-Zehlendorf**, Gertraudstr. 10.

**Dostál**, Dr. **Rudolf**, Professor der Botanik a. d. tschech. Tierärztl. Hochschule u. Dozent a. d. tschech. Masaryk-Universität in **Brünn**, Pražská 69.

**Dracinschi, Margit**, Universitätsassistentin am Botanischen Institut in **Cernăuți (Czernowitz)**, str. 11. Noemvrie 31.

**Drechsler, Charles**, Associate Pathologist, Bureau of Plant Industry, U. S. Department of Agriculture in **Washington**, D. C. (U. S. A.), Kilbourne Place N. W. 1729.

**Dröge, Ernst**, Lehrer in **Berlin S 59**, Jahnstr. 12.

**Drude**, Dr. **Oscar**, Geh. Rat, Professor emer. der Botanik a. d. Techn. Hochschule, in **Dresden-Bühlau**, Thornerstr. 6.

**Dultz, Alfred**, Buchhändler in **München**, Neuhauser Str. 16.

**Dunzinger**, Dr. **Gustav**, Professor, Konservator am Botan. Institut d. Techn. Hochschule in **München**, Neureuther Str. 25, IV.

**Eberle**, Dr. **Georg**, Studienreferendar in **Offenbach a. M.**, Eisenbahnstraße 30.

**Ehring, Leo A.**, Apotheker in **Münster i. W.**, Brockhoffstr. 18.

**Elßmann**, Dr. **Emil**, Studienrat, Leiter der Abteilung für gärtnerische Botanik und gärtn. Pflanzenschutz an der Staatl. Lehr- und Forschungsanstalt f. Gartenbau Weihenstephan, in **Freising**, Ruppstr. 23.

**Emoto**, Dr. **Yoshikadzu**, Mitglied des Tokugawa Biol. Institutes in **Tokyo**, Japan, 7. Hanazonocho, Ueno-Shitaya.

**Engler**, Dr. **A.**, Geheimer Oberregierungsrat, emer. o. Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Dahlem**, Altensteinstr. 2.

**Erman, Carl**, Amanuensis am Botan. Institut in **Lund** (Schweden), Svanegatan 5.

**Ernst**, Dr. **Alfred**, o. Professor der Botanik, Direktor des Instituts für allgemeine Botanik an der Universität in **Zürich**, Künstlergasse 16, Wohnung: Zürich 6, Multenstr. 9.

**Esdorn**, Dr. **Jlse**, wissenschaftliche Hilfsarbeiterin am Institut f. angew. Botanik, in **Hamburg 37**, Isestr. 141, II.

**Esenbeck**, Dr. **Ernst**, Konservator am Botanischen Institut in **München 38**, Pilarstr. 3, II links.

**Esmarch**, Dr. **Ferdinand**, tätig in der Abteilung Pflanzenschutz der Staatl. Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt, in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2.

**Espe**, Dr. **William**, Studienrat in **Osterode a. Harz**, Obere Neustadt 6.

**Esser**, Dr. **Peter**, Professor der Botanik an der Universität Köln, Direktor des botan. Gartens und Institutes a. D., in **Köln a. Rh.**, Vorgebirgstr. 37.

**Ewert**, Dr. **R.**, Professor in **Landsberg a. W.**, Roßwieserstr. 51.

**Eyster, William H.**, Professor der Botanik, University of Bucknell in **Lewisburg** (Pennsylvanien), U. S. A., 114 South 4th Street.

**Faber**, Dr. **F. C. von**, Vorsteher der Botanischen Laboratorien, s'Lands Plantentuin in **Buitenzorg** (Java).

**Fahrendorff, Ernst**, Rektor in **Berlin N 31**, Graunstr. 11.

**Falck**, Dr. **Richard**, o. Professor d. techn. Mykologie an der forstlichen Hochschule in **Hann.-Münden**, Veckerhagener Str. 75.

**Farenholtz**, Dr. **Hermann**, Abteilungsvorsteher am Städt. Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde in **Bremen**, Elsässer Str. 89.

**Fassbender**, Dr. **Paul**, Diplomlandwirt, in **Stuttgart**, Silberburgstr. 178.

**Faull, Joseph Horace**, Professor der Botanik an der Universität in **Toronto** (Canada), 11 Queens Park, Dept. of Botany.

**Fedde**, Dr. **Friedrich**, Professor, Herausgeber von Just's Botan. Jahresbericht und des Repertorium specierum novarum regni vegetabilis, in **Berlin-Dahlem**, Fabeckstr. 49.

**Fedtschenko, Boris**, Professor für Pflanzengeographie a. d. Universität in **Petersburg (Leningrad)**, Botanischer Garten.

**Fehér,** Dr. **Dániel,** Diplomingenieur, o. ö. Professor, Vorstand des Botan. Institutes und Gartens der K. Ungarischen Hochschule für Berg- und Forstingenieure in **Sopron** (Ödenburg), Ungarn.

**Fiebrig,** Dr. **Karl,** Direktor des Botanischen Gartens in **Asuncion,** Paraguay.

**Figdor,** Dr. **Wilhelm,** a. o. Univ.-Professor, Vorstand der pflanzenphysiolog. Abteilung der Biolog. Versuchsanstalt der Akademie d. Wissensch. in **Wien IV,** Wohllebengasse 9.

**Filla,** Dr. **Franz,** Ordenspriester in **Glatz,** Schlesien, Gartenstr. 8.

**Filzer,** Dr. **Paul,** Assistent am Botanischen Institut in **Tübingen.**

**Finn,** Dr. **Wladimir W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Kiew** (Ukraine), Karawajewskaja Nr. 17—3.

**Firbas,** Dr. **Franz,** Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Frankfurt a. M.,** Viktoria-Allee 9.

**Fischer,** Dr. **Eduard,** Professor der Botanik an d. Universität und Direktor des Botan. Gartens in **Bern** (Schweiz), Kirchenfeldstraße 14.

**Fischer,** Dr. **Gustav,** Verlagsbuchhändler in **Jena,** Sellierstr. 8.

**Fischer,** Dr. **Hermann,** Privatdozent an der Technischen Hochschule in **München,** Herzogstr. 58, III.

**Fischer,** Dr. **Hugo,** in **Berlin-Steglitz,** Martinstr. 2, III.

**Fitting,** Dr. **Johannes,** o. Professor an d. Universität und Direktor der Botan. Anstalten der Universität in **Bonn a. Rh.,** Poppelsdorfer Schloß.

**Flerov, B. K.,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Moskau,** Gr. Nikitskaja 6.

**Flieg,** Dr. **Oskar,** Biologe d. I. G. Farbenindustrie A.-G. in **Mutterstadt II,** Königsplatz 7.

**Fomin,** Dr. **Alexander,** Professor an der Universität, Mitglied d. Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften in **Kiew** (Ukraine), Botanischer Garten, Kominternstr. 1.

**Förster,** Dr. **Karl,** Studienassessor in **Plauen i. V.,** Beethovenstr. 36, II.

**Forti,** Dr. **Achille,** Privatdozent für Botanik in Padua, in **Verona** (Italien), Via St. Eufemia 1a.

**Föyn, Björn,** cand. real., Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde-West,** Dahlemer Str. 11 a

**Franck,** Frl. Dr. **Annfried,** Studienrätin in **Lüdenscheid i. W.,** Landwehrstr. 30.

**Frase, Richard,** Mittelschullehrer, Prov.-Kommissar für Naturdenkmalpflege in **Schneidemühl,** Grenzmark Posen-Westpr., Königstr. 15.

**Fraude,** Dr. **Hermann,** Studienrat in **Greifswald,** Lange Str. 67.

**Freiberg, Wilhelm,** Reichsbahn-Oberinspektor in **Trier a. d. Mosel,** Louis-Lintz-Straße 11.

**Freund,** Dr. **Hans,** Studienrat in **Halle a. S.,** Blumenstr. 19, pt.

**Frey-Wyssling,** Dr. **Albert,** Botaniker an der Alg. Proefstation A. V. R. O. S. in **Medan** (Sumatra), Kampong Baroe.

**Frey, Lucy,** in **Riga,** Lettland, Bruninieku iela 53 dz. 6.

**Fricke,** Dr. **Georg,** in **Braunschweig,** Poststr. 9.

**Friedrichs,** Dr. **Gustav,** Wissenschaftlicher Assistent an d. Anstalt für Pflanzenschutz in **Münster i. W.,** Dechaneistr. 10.

**Fries,** Dr. **Rob. E.,** Professor und Direktor des Bergianischen Gartens in **Stockholm 50.**

**Friesen,** Dr. **Georg,** Hochschulassistent am Botanischen Institut in **Braunschweig,** Zimmerstr. 4, I.

**Fritsch,** Dr. **F. E.,** Professor der Botanik, University of London, East London College; Privatadresse: **Danesmount,** Tower Hill, Dorking, Surrey (England).

**Fritsch,** Dr. **Karl,** o. Professor a. d. Universität, Direktor des botanischen Gartens in **Graz,** Holteigasse 6.

**Fuhrmann,** Dr. **Franz,** o. ö. Professor am Institut f. techn. Biochemie und Mikrobiologie in **Graz,** Schlögelgasse 9.

**Fujii,** Dr. **Kenjiro,** em. Professor der Botanik an der Kaiserl. Universität in **Tokio,** Stadtbezirk Koishikawa, Botan. Institut der Wissenschaftl. Fakultät, im Botan. Garten der Universität.

**Funk,** Dr. **Georg,** Professor der Botanik und Leiter der Botanischen Abteilung im Forstinstitut der Universität in **Gießen,** Bleichstr. 4.

**Gail, Harry,** wissensch. Assistent an der Bot. Station an der Amur-Bay, in **Wladiwostok** (Rußland), Botanical Station of the Geogr. Society, Street of the 1st May.

**Gaisberg,** Frl. Dr. **Elisabeth von,** in **Cannstatt,** Karlsstr. 27, II.

**Gams,** Dr. **Helmut,** Privatdozent an der Universität Innsbruck, in **Hötting b. Innsbruck,** Botanisches Institut, Bauerngasse.

**Gassner,** Dr. **Gustav,** o. Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Braunschweig,** Botanisches Institut, Humboldtstr. 1.

**Gäumann,** Dr. **Ernst Albert,** o. Professor, Direktor des Institutes für spezielle Botanik d. Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich 6,** Universitätsstr. 2.

**Gebauer, Hans,** cand. phil. in **Grimma** (Sachsen).

**Gehring,** Dr. **Alfred,** Professor für landwirtschaftliche Chemie, Vorstand der landwirtschaftl. Versuchsstation in **Braunschweig,** Hochstr. 17/18.

**Geitler**, Dr. **Lothar**, Privatdozent, Universitätsassistent in **Wien III**, Jacquing. 4.

**Gemeinhardt**, Dr. **Konrad**, Polizei-Pharmazierat in **Berlin NW 21**, Bochumer Str. 18.

**Georgescu**, Dr. **Const. C.**, Assistent am Botan. Institut der Techn. Hochschule in **Bukarest** (Rumänien), Scoala Politehnica.

**Gertz**, Dr. **Otto**, Privatdozent f. Botanik an d. Universität, Bibliothekar am Botan. Institut, Lektor in **Lund** (Schweden), Råbygatan 9b.

**Geßner**, Dr. **Albert**, Assistent am Weinbauinstitut in **Freiburg i. B.**, Goethestr. 9.

**Gießler**, Dr. **Rudolf**, Kustos am Bot. Institut in **Leipzig**, Sidonienstr. 19.

**Gilg**, Dr. **Ernst**, beamt. a. o. Professor an der Universität, Kustos und Professor am Botanischen Museum in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde**, Hortensienplatz 3.

**Gistl**, Dr. **Rudolf**, Privatdozent in **München**, Gabelsberger Str. 51, III.

**Gladbach**, **Wilhelm**, Apotheker in **Köln a. Rh.**, Habsburgerring 26.

**Gleisberg**, Dr. **Walther**, Professor, Leiter des Instituts für gärtnerische Botanik und Pflanzenzüchtung der höheren Staatslehranstalt für Gartenbau in **Pillnitz a. E.** bei Dresden, Wasserschloß.

**Gleispach**, Fräulein Dr. **Marie**, in **Wien XIII**, Auhofstr. 22.

**Goebel**, Dr. **K. Ritter von**, Geh. Rat, o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens und des Pflanzenphysiologischen Instituts in **München 38**, Menzinger Str. 15.

**Goldschmied-Herrmann**, Dr. **Alice**, in **Wien VII**, Lindengasse 15.

**Gothan**, Dr. **Walther**, Landesgeologe, Dozent u. a. o. Professor an der Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg, Honorarprofessor a. d. Universität Berlin, in **Berlin W 57**, Bülowstr. 56.

**Goethart**, Dr. **J. W. C.**, Direktor des 's Rijks Herbarium in **Leiden** (Holland), Witte Singel 69.

**Götze**, Frl. Dr. **Helene**, in **Leipzig O 28**, Annenstr. 8.

**Graebner**, Dr. **Paul**, Kustos und Professor am Botanischen Garten zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Lichterfelde-W.**, Viktoriastr. 8.

**Graebner**, Dr. **Paul**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Westfäl. Provinzialmuseum f. Naturkunde in **Münster i. W.**, Hollenbeckerstr. 27, Postablage: Prov.-Museum (Zoologischer Garten).

**Gradmann**, Dr. **Hans**, Privatdozent, in **Erlangen**, Bismarckstr. 17.

**Graf**, Dr. **Jacob**, in **Rüsselsheim a. Main**, Haßlocher Str. 48.

**Gran**, Dr. **Haaken Hasberg**, Professor an der Universität Oslo, Direktor des Botanischen Laboratoriums, in **Slemdal** bei **Oslo** (Norwegen).

**Grințescu**, Dr. **Ion**, Professor, Direktor d. Instit. f. allgem. Botanik in **Cluj** (Klausenburg), Rumänien.

**Grosser**, Dr. **Wilhelm**, Direktor der Botanischen Versuchs- und Untersuchungsanstalt der Landwirtschaftskammer in **Breslau X**, Matthiasplatz 1.

**Großheim**, Dr. **Alexander A.**, in **Baku** (Rußland), rue Sinovieff 9.

**Grüß**, Dr. **Johannes**, Professor, Studienrat i. R. in **Friedrichshagen** bei Berlin, Bruno-Wille-Str. 56.

**Gulyás**, Dr. **Anton**, Professor der Biologie an der Landwirtschaftl. Akademie in **Debreczen-Pallag** (Ungarn).

**Günnewig**, **Josef**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Botan. Institut.

**Günther**, Dr. **Franz**, in **Berlin SW 68**, Alexandrinenstr. 24, III.

**Guttenberg**, Dr. **Hermann von**, o. Professor, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens an der Universität in **Rostock i. M.**, Botanisches Institut, Doberaner Str. 143.

**Györffy**, Dr. **István**, o. ö. Professor für allg. Botanik in **Szeged** (Ungarn), Iskola u. 29, I.

**Haase-Bessell**, Frau **Gertraud**, in **Dresden-N.**, Hospitalstr. 3, II.

**Haberlandt**, Dr. **Gottlieb**, Geh. Reg.-Rat, em. o. Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Wilmersdorf**, Berliner Straße 66.

**Hagem**, Dr. **Oscar**, Professor, Direktor des Botan. Laboratoriums in **Bergen** (Norwegen), Bergens Museum.

**Hahne**, **August**, Stadtrat in **Stettin 10**, Dunkerstr. 41.

**Håkansson**, **Artur**, Privatdozent an der Universität in **Lund** (Schweden), Kiliansgatan 14.

**Haken**, Frl. Dr. **Toni**, in **Münster i. W.**, Institut f. Pflanzenschutz und Samenuntersuchung, Südstr. 76.

**Hämmerle**, Dr. **Juan**, Studienrat an der Höheren Staatsschule (Gymn. u. Oberrealsch.) in Cuxhaven, in **Süderwisch** bei **Cuxhaven**, Altenwalder Chaussee 43.

**Hamorak**, Dr. **Nestor**, Professor d. Botanik u. Phytopathologie am Landwirtschaftl. Institut in **Kamenetz-Podolsk** (Ukraine), Schewtschenkostr. 23.

**Handel-Mazzetti**, Dr. **Heinrich**, Kustos am Naturhistorischen Museum, in **Wien VIII**, Zeltgasse 1.

**Hannig**, Dr. **Emil**, o. Professor an der Universität in **Münster i. W.**, Melchersstr. 2.

**Harder**, Frau Dr. **Hilda**, in **Stuttgart**, Seestr. 70.

**Harder**, Dr. **Richard**, o. Professor, Vorstand des botanischen Instituts und Gartens der Technischen Hochschule in **Stuttgart**, Seestr. 70.

**Harms,** Dr. **Hermann,** Professor, wissenschaftl. Beamter an der Preußischen Akademie der Wissenschaften, in **Berlin-Friedenau,** Ringstr. 44.

**Harster,** Dr. **Richard,** Reallehrer in **München,** Rupprechts-Kreisrealschule.

**Hartmann,** Dr. **Max,** Honorarprofessor an der Universität Berlin, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie in **Berlin-Dahlem,** Im schwarzen Grund 26.

**Hartsema,** Dr. **Annie M.,** Assistentin am Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoch, Landwirtschaftl. Hochschule, in **Wageningen** (Holland), Berglaan 10.

**Hasper,** Dr. **Elisabeth,** Botanikerin an der Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Darmstadt,** Martinstr. 15.

**Hassebrauk,** Dr. **Kurt,** Assistent am Institut f. landw. Botanik in Braunschweig-Gliesmarode, in **Braunschweig,** Helmstedter Str. 1a.

**Haupt,** Dr. **Hugo,** Professor, Nahrungsmittelchemiker in **Bautzen i. Sa.,** Mättigstr. 35.

**Hayata, Bunzo,** D. S., Professor der systematischen Botanik an der Kaiserl. Universität, Direktor des Bot. Gartens zu Koishikawa, Tokyo, in **Tokyo-fuka,** Nishisugamo-machi 2570.

**Hecke,** Dr. **Ludwig,** o. ö. Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII,** Hochschulstr. 17.

**Hedlund,** Dr. **Johan Teodor,** Professor in **Uppsala** (Schweden), Dragarbrunnsgatan 63.

**Hegi,** Dr. **Gustav,** in **Goldbach-Küsnacht** (Kt. Zürich, Schweiz), Seestr. 25.

**Heil,** Dr. **Hans,** Privatdozent in **Darmstadt,** Roquetteweg 3.

**Heilbronn,** Dr. **Alfred,** Professor in **Münster i. W.,** Steinfurterstr. 39, II.

**Heimlich, Louis Frederick,** B. S., M. S., Ph. D., Professor der Botanik, Head of the Department of Botany an der Universität in **Valparaiso,** Indiana, U. S. A., University.

**Heinemann,** Dr. **Käthe,** Frau Oberstudienrätin am Provinzialschulkollegium in **Breslau,** Hedwigstr. 44—46.

**Heinricher,** Dr. **Emil,** Hofrat, o. ö. Prof. d. Botanik i. R., in **Innsbruck,** Speckbacherstr. 18; Adr. für den Schriftentausch: Innsbruck-Hötting, Botan. Institut.

**Heitz,** Dr. **Emil,** Privatdozent an der Universität in **Hamburg,** Institut für allgemeine Botanik, Jungiusstr. 6.

**Helming, Theodor,** Studienrat in **Osnabrück,** Brinkstr. 17.

**Helwig,** Dr. **Burghard,** Botaniker und Apotheker in **Berlin-Zehlendorf-Mitte,** Riemeisterstr. 63.

**Hennig,** Dr. **Luise,** Studienlehrerin in **München,** Leopoldstr. 79, III.

**Heribert-Nilsson,** Dr. **N.,** Dozent an der Universität Lund, in **Landskrona** (Schweden).

**Herrig,** Dr. **Friedrich,** Oberassistent am Pflanzenphysiologischen Institut, Herausgeber des Botanischen Zentralblatts, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 1.

**Herrmann, Eugen,** Oberregierungs- u. Forstrat, Geheimer Regierungsrat, Dozent an der Universität in **Breslau VIII,** Forckenbeckstr. 8, II.

**Herzfeld,** Dr. **Stephanie,** Botanikerin in **Wien III,** Rennweg 14.

**Hesmer,** Dr. **Herbert,** Forstreferendar am Botan. Institut der Forstlichen Hochschule in **Eberswalde,** Neue Schweitzerstr. 14.

**Heubült,** Dr. **Jan,** in **Cheribon,** Java, S. F. „Gempol".

**Hiller,** Dr. **Waldemar,** Studienrat in **Rogzow** bei Köslin.

**Himmelbaur,** Dr. **Wolfgang,** Privatdozent f. systemat. Botanik an der Universität, Vorstand des Laboratoriums für Arzneipflanzenkultur u. Drogenuntersuchung an der Landw. Chem. Bundesversuchsanstalt in **Wien II,** Trunnerstr. 1—3.

**Hinze,** Dr. **Gustav,** Museumsdirektor in **Zerbst,** Friedrichsholzallee 42.

**Hirmer,** Dr. **Max,** a. o. Professor der Botanik und Paläobotanik an der Universität, in **München-Nymphenburg,** Maria-Ward-Str. 14.

**Hochapfel,** Dr. **Heinz,** wissenschaftl. Assistent an der Hauptstelle für Pflanzenschutz, in **Breslau 10,** Matthiasplatz 5.

**Höfler,** Dr. **Karl,** Privatdozent an der Universität in **Wien XIII/2,** Onno Kloppgasse 6.

**Hoffmann,** Dr. **Curt,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Kiel,** Feldstr. 61, II.

**Hoffmann,** Dr. **Kurt Max,** in **Kiel,** Adolfplatz 3, III.

**Hohenegger,** Dr. **Heinrich,** Arzt in **Aflenz** (Steiermark), Landerziehungsheim.

**Höll,** Dr. **Karl,** in **Köln-Deutz,** Reischplatz 11.

**Honigmann, Hans Leo,** Wissenschaftl. Mitarbeiter der Saccharin-Fabrik A. G. vorm. Fahlberg, List & Co., **Magdeburg-Südost,** Bismarckstr. 36.

**Hopmann,** Dr. **Otto,** z. Zt. in **Medan** a. Sumatra.

**Höppner, Hans,** Realschullehrer in **Krefeld,** Westwall 60, I.

**Hosbach, Otto,** stud. rer. nat. in **Witten/Ruhr,** Drei Könige 23.

**Hosseus,** Dr. **Carl Curt,** Ord. Prof. der Botanik der Facultad de Ciencias Exactas, Fis. y Naturales und der Facultad de Ciencias Médicas der nat. Universität in **Córdoba,** Argentinien, Casilla Correo 74.

**Höstermann,** Dr. **Gustav,** Professor, Leiter der Pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Schloßstr. 32 A.

**Huber**, Dr. **Alwine**, in **Cannstatt**, Moltkestr. 14, I.
**Huber**, Dr. **Bruno**, Privatdozent an der Universität in **Freiburg i. B.**, Botanisches Institut.
**Huber**, Dr. **Josef Anton**, ord. Hochschulassistent am Institut f. Pflanzenzüchtung u. Pflanzenbau d. Hochschule Weihenstephan, in **Freising**, Obere Hauptstr. 152.
**Huber-Pestalozzi**, Dr. med. et phil. **Gottfried**, Arzt in **Zürich VII**, Englischviertel 61.
**Huneke**, Frl. **Aenne**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Botan. Institut.
**Hunger**, Dr. **F. W. T.**, in **Amsterdam** (Zuid), Holland, Van-Eeghen-Straat 52.
**Hurter**, Dr. **Ernst**, Lebensmittelinspektor in **Luzern** (Schweiz), Pilatusstr. 39.
**Hustedt**, Dr. **Friedrich**, Lehrer in **Bremen 4**, Ingelheimer Str. 7.
**Hüttig**, Dr. **Carl**, Diplomlandwirt, Assistent am Bakteriolog. Institut in **Kiel**, Gutenbergstr. 62.

**Inouye**, **Choyo**, Professor an der Miyazaki Landwirtsch. Hochschule in **Miyazaki** (Japan).
**Irmscher**, Dr. **E.**, Professor an d. Universität, ständiger Mitarbeiter am Institut f. allgem. Botanik und Kustos des Herbariums in **Hamburg 36**, Jungiusstr. 6.
**Issatschenko**, Dr. **B.**, Professor in **Petersburg (Leningrad)**, Botanischer Garten.
**Istvánffi de Csikmadefalva**, Dr. **Gyula von**, Professor der Botanik an der Ungarischen Technischen Universität in **Budapest I**, Gellért tér 4.
**Iterson**, Dr. **G. van**, Professor, Direktor des Instituts für technische Botanik der Technischen Hochschule in **Delft.**
**Ivanow**, Dr. **Sergius L.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der II. Moskauer Universität in **Moskau 34**, Krapotkin-Str. 15, I.
**Iwanoff**, Dr. **Leonid Alexandr.**, Professor d. Pflanzenphysiologie und Anatomie an d. Forsttechnischen Akademie in **Petersburg (Leningrad).**
**Iwanoff**, Dr. **N. N.**, Professor am Botan. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad).**

**Jaccard**, Dr. **Paul**, Professor an d. Eidgen. technischen Hochschule in **Zürich**, Universitätstr. 2.
**Jackel, Anton**, Studien-Professor in **Schweinfurt**, Klingenbrunner Str. 8.

**Jaczewski**, Dr. **A. von**, Professor in **Petersburg (Leningrad)**, Centralpost, Postkiste n. 367.
**Jäger**, Frl. Dr. **Maria**, in **Mülhausen**, Bez. Düsseldorf, Hauptstr. 57.
**Jäger**, Dr. **Richard**, Studienrat in **Wolfenbüttel**, Schützenstr. 4, I.
**Jahn**, Dr. **Eduard**, Professor der Botanik an der Forstl. Hochschule in **Hann.-Münden**, Hindenburgplatz 7.
**Jakowatz**, Dr. **A.**, Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie in **Tetschen-Liebwerd** (Böhmen).
**Janchen**, Dr. **Erwin**, a. o. Univ.-Professor, Regierungsrat, Vizedirektor des Botanischen Gartens der Universität in **Wien III/1**, Ungargasse 71.
**Jaretzky**, Dr. **Robert**, Privatdozent f. Botanik u. Pharmakognosie, Assistent am Botan. Institut in **Kiel**, Brunswiker Str. 22.
**Jesenko**, Dr. **Franz**, o. Universitätsprofessor, Vorstand des botan. Institutes u. d. botan. Gartens der Universität in **Laibach (Ljubljana)** (Jugoslavien), Universität.
**Jimbo**, Dr. **Tadao**, Lecturer am Biologischen Institut, Faculty of Science, Kaiserl. Tohoku Universität, in **Sendai**, Japan, 21, Aobaso; 32, Kitaichibancho.
**Jost**, Dr. **Ludwig**, o. Professor in **Heidelberg**, Handschuhsheimer Landstr. 4.
**Jungmann**, Dr. **Wilhelm**, Schloßgärtnerei, **Pilgramshain** b. Striegau (Schles.).
**Junk**, Dr. phil. h. c. **Wilhelm**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W 15**, Sächsische Str. 68.
**Jüssen, Frz. Josef**, Apotheker in **Kaldenkirchen** (Rhld.), Apotheke.

**Kallenbach, Franz**, Studienrat in **Darmstadt**, Frankfurter Str. 57.
**Kaltenbach, Paul**, Studienrat in **Düsseldorf**, Rembrandtstr. 10.
**Kappert**, Dr. **Hans**, Saatzuchtleiter der Gebr. Dippe A.-G., Privatdozent der Landw. Hochschule Berlin,. in **Quedlinburg**, Neuer Weg 17.
**Karrer, Sigmund**, Saatzuchtleiter und Prokurist in **Erfurt**, Hohenlohestraße 8.
**Karsten**, Dr. **George**, Universitätsprofessor, emer. Direktor des Botanischen Institutes der Universität in **Halle a. S.**, Kaiserplatz 5.
**Kaßmann**, Dr. **Franziska**, in **Bonn**, Münsterplatz 18, III.
**Katz, N. J.**, Assistent an der Universität in **Moskau 10**, 1 Mestschanskaja 28, Botanischer Garten.
**Kayser**, Dr. **Rudolf**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut f. angewandte Botanik in **Hamburg 36**, Bei den Kirchhöfen 14.
**Kegel**, Dr. **Werner**, Oberlehrer in **Bremen**, Braunschweiger Str. 5.

**Keissler,** Dr. **Karl,** Direktor an der botanischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in **Wien I,** Burgring 7.

**Keller,** Dr. **Boris Alexandrowitsch,** Professor der Botanik an d. Landwirtsch. Hochschule u. d. Universität in **Woronesh** (Rußland).

**Keller (Leisle), Emilie Philippowna,** Assistentin der Abteilung f. angewandte Botanik der Landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Woronesh** (Rußland), Landwirtschaftliche Hochschule.

**Kellner,** Dr. **Karl,** Studienrat in **Osnabrück,** Herderstr. 15.

**Kemmer,** Dr. **Erich,** Studienreferendar in **Darmstadt,** Kittlerstr. 45, III.

**Kerckhoff, Hermann,** Apotheker in **Münster i. W.,** Botan. Institut.

**Kern, Frank D.,** Professor d. Botanik, Dean of the Graduate School, The Pennsylvania State College, in **Philadelphia** (U. S. A.), West Fairmount Avenue 116.

**Keydel,** Dr. med. **Karl,** in **Dresden-A. I,** Viktoriastr. 4/6.

**Kiesel, Alexander,** Professor an der 1. Universität in **Moskau 34,** Pomeranzen Per., 9, No. 1.

**Kießling,** Dr. **Ludwig,** Geh. Reg. Rat, o. Professor a. d. Techn. Hochschule, in **München-Pasing,** Kleiststr. 8.

**Killermann,** Dr. **Seb.,** Professor in **Regensburg,** Hochschule.

**Kirchhoff, Heinrich,** Apotheker und Nahrungsmittelchemiker in **Braunschweig,** Campestr. 16.

**Kirschstein, Wilhelm,** Mittelschulrektor i. R. in **Berlin-Pankow,** Neue Schönholzer Str. 13, II.

**Kisser,** Dr. **Josef,** Privat-Dozent und Assistent am Pflanzenphysiol. Institut der Universität in **Wien XIII/I,** Baumgartenstr. 93.

**Kjellberg,** Dr. **G.,** Studienrat in **Buitenzorg** (Java), Botan. Garten.

**Klebahn,** Dr. **Henrich,** Dr. agr. h. c., Honorar-Professor a. d. Universität in **Hamburg 30,** Curschmannstr. 27.

**Klein,** Dr. **Edmund Joseph,** Professor in **Luxemburg,** Äußerer Ring 20, Villa Flora.

**Klein,** Dr. **Gustav,** o. Professor an der Universität und Direktor des Pflanzenphysiol. Instituts in **Wien XIX/3,** Kahlenbergerdorf, Wiegandgasse 27.

**Kleinhoonte,** Dr. **Anthonia,** Conservatorin am Laboratorium für Technische Botanik in **Delft** (Holland), Poortlandlaan 35.

**Klencke,** Dr. **Heinrich,** Studienrat a. d. Goetheschule in **Essen** (Ruhr), Bismarckstr. 21, II.

**Klika,** Dr. **Jaromír,** Dozent an der tschechischen Techn. Hochschule in **Prag** (Praha Košíře), Václavka 333.

**Kneucker, Joh. Andreas,** Kustos der Badischen Landessammlung für Naturkunde in **Karlsruhe,** Werderplatz 48.

**Kniep,** Dr. **Hans,** o. Professor der Botanik, Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem,** Haderslebener Str. 9.

**Knoke,** Dr. **Franziska,** Studienassessorin in **Bochum** i. Westf., Kurfürstenstr. 8.

**Knoll,** Dr. **Fritz,** o. ö. Prof. d. Botanik, Vorstand des Botan. Instituts und Direktor des Botan. Gartens der deutschen Universität in **Prag II,** Viničná 3a.

**Kohfeldt,** Professor, Univers.-Oberbibliothekar in **Rostock i. M.**

**Köhler,** Dr. **Erich,** Regierungsrat bei der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 19.

**Kôketsu,** Dr. **Riichiro,** Professor der Pflanzenphysiologie an der Kaiserl. Kyushu-Universität in **Fukuoka** (Japan), Botanisches Institut.

**Kolbe,** Dr. **Robert W.,** Wissenschaftl. Mitarbeiter an d. Preuß. Landesanstalt f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Berlin W 30,** Landshuter Str. 4.

**Kolkwitz,** Dr. **Richard,** Dr. med. h. c., a. o. Professor, Abteilungsdirektor an der Preuß. Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Rothenburgstr. 30.

**Kolumbe,** Dr. **Erich,** Lehrer in **Kiel-Hassee,** Wulfsbrook 40.

**Komarnitzky, N. A.,** Assistent an der Universität in **Moskau 55,** Tichwinsky pereulok, Haus 9, Wohnung 13.

**Koenen, Otto,** Stadtrechtsrat a. D., Rechtsanwalt in **Münster i. W.,** Stolbergstr. 11.

**Koningsberger,** Dr. **V. J.,** Direktor der Zuckerversuchsstation in **Pasoeroean** (Java, Niederl.-Indien).

**Konowalow, Theophan,** Assistent am Kabinett f. Pflanzenzüchtung des Gorskij Landwirtschaftl. Instituts in **Wladikawkas** (Rußland, Nordkaukasien).

**Konstanty,** Dr. **Ewald C.,** Apotheker in **Davos-Dorf** (Schweiz), Haus Fopp-Issler.

**Koppe,** Dr. **Fritz,** Studienrat in **Husum** (Schlesw.-Holst.), Schnellstr. 8.

**Kordes,** Dr. **Herbert,** wissenschaftl. Assistent in **Neustadt a. d. Haardt,** Winzingerstr. 93.

**Koriba, Kwan,** Professor der Botanik an der Universität in **Kyoto** (Japan).

**Koernicke,** Dr. **Max,** o. Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule, Hon.-Professor an der Universität in **Bonn,** Zülpicher Str. 13.

**Korschikoff,** Dr. **Alexander Arkadjewitsch,** Professor der Botanik am Institut d. Volksbildung (ehemals Universität) in **Charkow,** Klotschkowskaja 50.

**Korte, Rudolf,** Gartendirektor der Stadt **Essen** (Ruhr), Am Stadtgarten 5.

**Kostytschew,** Dr. **S.,** Professor an d. Universität in **Petersburg (Leningrad),** Akademie der Wissenschaften, Institut f. Biochemie und Physiologie der Pflanzen.

**Kotte,** Dr. **Walter,** Regierungsbotaniker in **Freiburg i. B.,** Fichtestr. 26.

**Kotthoff,** Dr. **P.,** Abteilungsvorsteher an der Anstalt für Pflanzenschutz in **Münster i. W.,** Norbertstr. 19.

**Kozo-Poljanski, Boris Michailowitsch,** o. Professor d. Botanik an der Universität und am Veterinär. Institut und Direktor des Botan. Instituts d. Universität, in **Woronesch** (Rußland), Botanisches Institut.

**Krascheninnikow, Theodor,** Professor an der Universität in **Moskau,** Botanisches Laboratorium.

**Krasnosselsky-Maximow, Tatiana A.,** Professor der Botanik in **Petersburg (Leningrad),** Zeljabovastr. 1, w. 7.

**Kraupa, Marianne,** cand. phil., Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Krause,** Dr. **Kurt,** Kustos und Professor am Botanischen Museum der Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem,** Lentzeallee 24.

**Krause, Otto,** cand. phil. in **Kiel,** Jägersberg 18, II.

**Kräusel,** Dr. **Richard,** Universitätsprofessor in **Frankfurt a. M.,** Danneckerstr. 5, I.

**Kreuter,** Dr. **Erich,** in **Kiel,** Preußerstr. 18, III.

**Krieger,** Dr. **Willi,** Freiw. Wissenschaftl. Mitarbeiter an d. Preuß. Landesanstalt f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin-Dahlem, in **Berlin N 113,** Bornholmer Str. 79.

**Kroemer,** Dr. **Karl,** Professor, Vorsteher der pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

**Krull, Rudolf,** Apotheker u. gerichtl. beeid. Sachverständiger für Hausschwamm, Trockenfäule etc., in **Breslau,** Rosenthaler Straße 45.

**Krumbholz,** Dr. **Gottfried,** Assistent an der Pflanzenphysiol. Versuchsstation in **Geisenheim a. Rh.**

**Kubart,** Dr. **Bruno,** a. o. Professor an d. Universität, Vorstand des phytopaläontologischen Laboratoriums in **Graz** (Österreich), Holteigasse 6.

**Kuckländer, Erich Theodor,** Apotheker in **Berlin-Friedenau,** Ceciliengärten 41.

**Kudo,** Dr. **Yushun,** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens an der Kaiserl. Universität in **Taihoku,** Formosa, Japan, Botanisches Institut.

**Kugler,** Dr. **Hans,** Studienassessor in **Dresden-A 1,** Ostra-Allee 27, III r.

**Kuhn**, Dr. **Eckhard**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in **Berlin-Dahlem.**

**Kulke, Joachim**, Studienrat in **Goldberg i. Schles.**, Warmuthsweg 9, I.

**Kunert, Anneliese**, in **Hamburg**, Wichernsweg 3.

**Kupper**, Dr. **Walter**, Professor, Hauptkonservator am Botan. Garten, in **München-Nymphenburg**, Menzingerstr. 17.

**Kursanow**, Dr. **L.**, Professor am Botan. Inst. d. Univers. in **Moskau**, Gr. Nikitskaja 6.

**Kurschat**, Dr. **Margarete**, Studienrätin in **Stallupönen** (Ostpr.), Heinrich-Maria-Jung-Str. 23.

**Küster**, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik und Direktor der Botanischen Anstalten der Universität Gießen, Herausgeber der „Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie", in **Gießen**, Brandplatz 4.

**Kylin**, Dr. **Harald**, Professor an der Universität in **Lund** (Schweden), Botanisches Institut.

**Laibach**, Dr. **Friedrich**, a. o. Professor der Botanik in **Frankfurt a. M.-Süd 10**, Vogelweidstr. 14.

**Lakon**, Dr. **Georg**, Professor in **Hohenheim** bei Stuttgart.

**Lakowitz**, Dr. **Konrad**, Professor, Oberstudienrat i. R., in **Danzig**, Brabank 3.

**Lamprecht**, Dr. **Wilhelm**, Professor an der Pädagogischen Akademie in **Dortmund**, Luisenstr. 11.

**Lange**, Dr. **Friedrich**, wissenschaftl. Hilfslehrer in **Hamburg 23**, Hagenau 9.

**Lange**, Dr. **Siegfried**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut d. Universität in **Greifswald i. P.**, Wolgaster Str. 9/10, II.

**Langendorff**, Dr. **Johannes**, in **Stuttgart**, Seestr. 118.

**Langer**, Dr. **Helene**, in **Jena**, Weinbergstr. 49.

**Lauterbach**, Dr. **Carl**, Professor in **Breslau-Alt-Stabelwitz**, Post Breslau Deutsch-Lissa.

**Lebedincev**, Frl. Dr. **Elisabeth**, in **Petersburg (Leningrad)**, Institut f. angew. Botanik, Herzenstr. 44.

**Lehmann**, Dr. **Ernst**, o. Professor der Botanik in **Tübingen** (Württemberg), Wilhelmstr. 5.

**Leick**, Dr. **Erich**, o. Professor für Botanik und Pharmakognosie an der Universität in **Greifswald**, Steinstr. 58/59.

**Leininger**, Dr. **Hermann**, Professor, Konservator an den Badischen Landessammlungen für Naturkunde in **Karlsruhe i. B.**, Kaiserallee 115, III.

**Leisering**, Dr. **Bruno**, Professor, Studienrat in **Berlin NO 43**, Am Friedrichshain 15.

**Lenz**, Dr. **Wilhelm**, in **Darmstadt**, Alfred-Messel-Weg 63.

**Lepeschkin**, Dr. **W. Wlad.**, Professor in **Tucson**, Arizona (U. S. A.), Biochemical Laboratory, Research Institute of the Desert Sanatorium.

**Levine**, Dr. **Michael**, Biologe, Montefiore Hospital in **New York City**, U. S. A., Gouverneur Ave. 3957.

**Lewitsky**, **Gregor**, Professor, Leiter der Zytolog. Abteilung in dem Institut für Angewandte Botanik in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44.

**Liese**, Dr. **Johannes**, Privatdozent, Assistent an der Forstl. Hochschule in **Eberswalde**, Schicklerstr. 36.

**Lieske**, Dr. **Rudolf**, Professor d. Botanik, Leiter d. Bakteriolog. Abteilung am Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in **Mülheim a. d. Ruhr.**

**Lilienstern, Marie**, Assistentin am Staatsinstitut für wissenschaftliche Pädagogik in **Petersburg (Leningrad)**, Uliza Krasnych Zor 54.

**Lim, C. T.**, L. 22 Lak Kee Tah. Kulangsu, in **Amoy**, China.

**Limpricht**, Dr. **Wolfgang**, Studienrat und Privatdozent a. d. Universität in **Breslau 10**, Waisenhausstr. 12.

**Lindenbein**, Dr. **Werner**, Assistent am Institut f. Botanik der Landwirtschaftl. Hochschule Bonn-Poppelsdorf, in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Allee 106.

**Lindner**, Dr. **Paul**, Professor, emer. Vorsteher der biolog. Abteilung am Institut für Gärungsgewerbe, in **Berlin-Grünau**, Viktoriastr. 16.

**Lingelsheim**, Dr. **Alexander von**, Privatdozent f. Pharmakognosie an der Universität, Dozent f. Botanik an der Techn. Hochschule, Assistent am Botanischen Garten und Museum der Universität in **Breslau XVI**, Piastenstr. 11.

**Linsbauer**, Dr. **Karl**, Univers.-Prof. in **Graz**, Österreich, Liebiggasse 7.

**Linsbauer**, Dr. **Ludwig**, Professor, Direktor i. R. der Höheren Bundes-Lehr- und Bundesversuchsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Klosterneuburg** b. Wien, Martinstr. 32.

**Lippmaa**, Dr. **Theodor**, Privatdozent für Botanik an der Universität in **Tartu** (Dorpat), Estland, Lossi tänav 15, W. 8.

**Lohwag**, Dr. **Heinrich**, Gymnasialprofessor in **Wien III**, Rennweg 2.

**Lorbeer**, Dr. **Gerhard**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Freiburg i. Br.**, Schänzleweg 9—11.

**Lorch**, Dr. **Wilhelm**, Professor, Studienrat in **Berlin-Friedenau**, Fregestr. 7, III.

**Losch**, Dr. **Hermann**, Botaniker an der Landw. Versuchsstation in **Limburgerhof**, Post Mutterstadt II, Rheinpfalz.

**Loesener**, Dr. **Theodor**, Professor, Kustos i. R., in **Berlin-Steglitz**, Humboldtstr. 29.

**Löweneck**, **Max Josef**, Assistent, Mitarbeiter am Gärungsphysiol. Institut der Hochschule Weihenstephan, Freising bei München, in **München**, Nymphenburger Str. 20, III.

**Ludewig**, **Georg**, Garteninspektor in **Münster i. W.**, Botanischer Garten.

**Ludewig**, Dr. **Karl**, wissenschaftl. Angestellter bei der Biolog. Reichsanst., Zweigstelle Kiel, in **Kiel-Kitzeberg** 27, Post Heikendorf, Kieler Föhrde.

**Lüdi**, Dr. **Werner**, Privatdozent a. d. Universität in **Bern**, Brunmattstr. 70.

**Ludwig**, Dr. **Alfred**, Studienrat in **Siegen i. W.**, Frankfurter Str. 15.

**Ludwig**, Dr. **Oskar**, Assistent am Institut für landwirtschaftliche Bakteriologie in **Göttingen**, Friedländerweg 29.

**Ludwigs**, Dr. **Karl**, Professor, Direktor der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg und für Berlin, in **Berlin NW 40**, Kronprinzen-Ufer 4–6.

**Lundegårdh**, Dr. **Henrik**, Professor, Direktor der Ökologischen Station der Hallands Väderö, Vorstand d. Botan. Abteilung d. Centralanstalten f. Jordbruksförsök in **Stockholm**, Experimentalfältet.

**Lutman**, **Benjamin Franklin**, Professor der Pflanzenpathologie an der Universität in **Burlington**, Vermont (U. S. A.), North Prospect St. 111.

**Luetzelburg**, Dr. **Philipp von**, Botanico da Inspectoria Federal de Obras contra as Seccas in **Rio de Janeiro**.

**Lvoff**, Dr. **Sergius**, Prof. am Medizin. Staatsinstitut in **Petersburg (Leningrad)**, Universität.

**Mäckel**, Dr. **Hans Georg**, Assistent am botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule, in **Berlin-Waidmannslust**, Gutachstr. 25.

**Magdeburg**, Dr. **Paul**, in **Leipzig C 1**, Friedrich-Wilhelm-Str. 25.

**Magnus**, Dr. **Werner**, Universitätsprofessor in **Berlin W 35**, Karlsbad 4a.

**Mágocsy-Dietz**, Dr. **Sándor**, Professor der Botanik an der Budapester Universität in **Budapest I**, Ungarn, Márvány u. 33.

**Maire**, Dr. **R.**, Professor an der „Faculté des Sciences de l'Université", Botan. Laboratorium, in **Algier**.

**Maekawa**, Prof. in **Sapporo** (Japan).

**Malakates**, Dr. **Spiros**, Assistent an der Universität in **Athen**.

**Mansfeld**, Dr. **Rudolf**, Assistent am Botan. Museum zu Dahlem, in **Berlin-Lichtenberg**, Möllendorfstr. 117.

**Markgraf**, Dr. **Friedrich**, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Friedenau**, Albestr. 23.

**Matho, Karl,** Garteninspektor in **Greifswald,** Botanischer Garten, Münterstr. 2.

**Matsubara, Masuta,** Professor der Botanik an der Pädagog. Hochschule zu **Tokio,** Japan, z. Zt. in **Berlin-Dahlem,** Pflanzenphysiologisches Institut, Königin-Luise-Str. 1—3.

**Mattfeld,** Dr. **Johannes,** Kustos am Botan. Garten in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 6/8.

**Mattick,** Dr. **Fritz,** Studienassessor, Hilfsassistent am Botan. Institut der Techn. Hochschule in **Dresden-A.,** Pestalozzistr. 23.

**Maurizio,** Dr. **Adam,** emer. o. Professor d. Techn. Hochschule in Lemberg, Prof. ehrenhalber d. Univers. Warschau, in **Warschau,** Akademicka 3.

**Maximow,** Dr. **Nicolaus A.,** Professor der Botanik in **Petersburg (Leningrad),** Zeliabova(große Koniuschennaia)str. 1, w. 7.

**Medisch,** Dr. **Mark Nikolajewitsch,** Professor in **Gorki** (Weißrußld.), Land- u. forstwirtschaftl. Akademie.

**Meigen,** Dr. **Friedrich,** Oberstudienrat i. R. in **Dresden-A. 16,** Holbeinstr. 107.

**Melchior,** Dr. **Hans,** Oberassistent am Botan. Museum in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 6—8.

**Merjanian, Artem. S.,** Professor am Kubanischen Landwirtschaftl. Institut in **Krasnodar** (Rußland, Nordkaukasus), Krasnaja 39.

**Merkenschlager,** Dr. **Fritz,** Regierungsrat, Vorsteher des Laboratoriums für Botanik der Biolog. Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem,** Königin-Luise-Str. 19.

**Metzner,** Dr. **Paul,** o. Prof. der Botanik, Direktor des Botan. Institutes und Gartens der Univers. in **Greifswald,** Grimmerstr. 88.

**Mevius,** Dr. **Walter,** Privatdozent in **Münster i. W.,** Stolbergstr. 5, I.

**Meyer,** Dr. **Adolf,** Universitätsprofessor (Hamburgische Universität; z. Zt. o. Professor an der Universidad de Chile) in **Santiago** (Chile), Instituto Pedagógico.

**Meyer,** Dr. **Fritz Jürgen,** a. o. Professor an d. Technischen Hochschule in **Braunschweig,** Damm 34.

**Meyer,** Dr. **K. J.,** Professor in **Moskau 1.,** Mestschanskaja-Straße 28, Bot. Garten d. Universität.

**Michaelis,** Dr. **Peter,** 1. Assistent am Botan. Institut der Techn. Hochschule in **Stuttgart,** Seestr. 16.

**Middendorff,** Dr. **Erich,** in **Hannover,** Matthiasstr. 14.

**Miehe,** Dr. **Hugo,** o. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Instituts der Landw. Hochschule Berlin, in **Berlin-Lichterfelde-West,** Stubenrauchstr. 10.

**Migula**, Dr. **Walter**, Hofrat, früher Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eisenach**, Richard-Wagner-Str. 3.

**Mildbraed**, Dr. **Johannes**, Kustos und Professor am Bot. Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

**Miller, Victor**, Professor am Polytechnischen Institut in Iwanowo-Wosnessensk, in **Moskau 34**, Ostojenka 40, app. 2.

**Miyaji**, Dr. **Yachigi**, Professor der Botanik, Matsumoto-Höhere Schule in **Matsumoto-shi**, Japan.

**Miyoshi**, Dr. **Manabu**, em. Professor der Botanik an der Kaiserl. Universität, Mitglied der Kaiserl. Akademie, in **Tokio**, Nishikatamachi 10.

**Möbius**, Dr. **Martin**, emer. o. ö. Professor der Botanik, Geh. Reg.-Rat, in **Frankfurt a. M.**, Oederweg 101, pt.

**Modilewski**, Dr. **Jakob**, Professor, Leiter der Zytologischen Abteilung im Botan. Forschungsinstitut in **Kiew** (Ukraine), Karawajewskaia 17—6.

**Moissejewa**, Frau **Maria**, Assistentin am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Kiew**, Ukraine, Lwowskaja 31—16.

**Molisch**, Dr. **Hans**, emer. o. ö. Universitätsprofessor in **Wien VIII**, Zeltgasse 2.

**Moenikes**, Dr. **Adalbert**, wissenschaftl. Mitarbeiter der I. G. Farbenindustrie A. G., Leverkusen, Abteilung Schädlingsbekämpfung, in **Köln (Deutz) a. Rh.**, Justinianstr. 8.

**Mönkemeyer**, **Wilhelm**, Garteninspektor i. R. in **Leipzig-Schl. W 31**, Könneritzstr. 7, I.

**Montesantos**, Dr. **Nikolaus**, Professor an der Universität in **Thessaloniki** (Griechenland), Platz Ag. Sophia 4, II.

**Montfort**, Dr. **Camill**, Professor d. Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Mozartstr. 24, I.

**Moog**, Dr. **Heinrich**, Dipl.-Ldw., Wiss. Assistent an d. Wissenschaftl. Abteilung der staatl. Rebenveredlungsstation an der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**, Gartenstr. 17.

**Morávek**, Dr. **Vladimir**, Assistent am Institut für Pflanzenphysiologie der tschech. Masaryk-Universität in **Brünn**, Kaunicova 63.

**Morstatt**, Dr. **Hermann**, Professor, Regierungsrat an der Biologischen Reichsanstalt in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Straße 17.

**Mothes**, Dr. **Kurt**, Privatdozent für allgemeine und pharmazeutische Botanik, Assistent in **Halle a. S.**, Am Kirchtor 1.

**Mühldorf**, Dr. **Anton**, Honorardozent in **Cernăuţi (Czernowitz)**, Rumänien, Botan. Institut d. Universität; Privatadr.: Str. Mărăşeşti 29.

**Müller,** Dr. **Arno,** Regierungsrat im Reichsgesundheitsamt in **Berlin-Friedenau,** Retzdorffpromenade 2, II.

**Müller,** Dr. **Clemens,** in **Honnef a. Rh.,** Im Gier 6.

**Müller, Gottlob,** Obergärtner am Botan. Garten der Universität in **Tübingen.**

**Müller,** Dr. **Hans Carl,** Professor, Direktor der Agrikulturchemischen Kontrollstation und der Versuchsstation für Pflanzenkrankheiten in **Halle a. S.,** Karlstr. 10.

**Müller, Justus,** Kaufmann in **Hamburg 24,** Lübecker Str. 45, I.

**Müller,** Dr. **Karl,** Direktor des Badischen Weinbauinstituts in **Freiburg i. B.**

**Müller,** Dr. **Karl Otto,** a. o. Professor a. d. Landwirtschaftl. Hochschule Berlin, Leiter des Laboratoriums für angewandte Vererbungslehre a. d. Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Charlottenburg,** Grolmanstr. 57.

**Müller,** Dr. **Rudolf,** Professor für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark), Universitätsplatz 4.

**Münch,** Dr. **Ernst,** o. Professor d. Botanik, Vorstand des Botanischen Instituts und des Forstbotanischen Gartens der Forstlichen Hochschule in **Tharandt** (Sachsen).

**Muth,** Dr. **Franz,** Professor, Direktor der Höheren Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

**Nakano,** Dr. **H.,** Professor am Botan. Inst. u. Garten d. Univers. in **Tokio,** Koishikawa-Ku.

**Naumann,** Dr. **Arno,** a. o. Professor, Dipl.-Ing. f. Chemie, Hofrat, Studiendirektor a. D. in **Pillnitz a. E.,** Bergschloß.

**Naumann,** Dr. **Einar,** Professor für Botanik und Limnologie an der Universität in **Lund** (Schweden), Leiter des limnologischen Laboratoriums Aneboda.

**Nawaschin,** Dr. **Michael,** Mitglied des Timiriazew Institutes in **Moskau,** Piatnitzkaja Str. 48.

**Němec,** Dr. **Bohumil,** o. Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Karls-Universität in **Prag II,** Benatska 433.

**Nessel, H.,** Garteninspektor in **Gießen,** Senckenbergstr. 6.

**Netolitzky,** Dr. **Fritz,** Professor für Pharmakognosie u. Pflanzenanatomie an der Universität in **Czernowitz (Cernăuţi,** Romänien); Wiener Adresse: Wien V, Kleine Neugasse 5.

**Neumayer,** Dr. **Hans,** Hochschulassistent, Generalsekretär u. Redakteur der Zoolog.-Botan. Gesellschaft in **Wien III,** Rennweg 14.

**Niedenzu,** Dr. **F.,** Geh. Reg.-Rat, emer. Professor an der Staatl. Akademie in **Braunsberg** (Ostpreußen).

**Niehus, Johannes,** Garten-Oberinspektor in **Würzburg,** Klinikstr. 1.

**Niemann, Gustav,** Lyzeal-Oberlehrer in **Magdeburg,** Augustastr. 18.

**Niemeyer,** Dr. **Ludwig,** Assistent an der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt in **Berncastel-Cues/Mosel.**

**Nienburg,** Dr. **Wilhelm,** o. Professor a. d. Universität in **Kiel,** Adolfstr. 52.

**Niethammer,** Dr. **Anneliese,** Hochschulassistentin in **Prag I,** Husová 5.

**Nikitin, Peter A.,** Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

**Nilsson-Ehle,** Dr. **H.,** Professor in **Svalöf** (Schweden), Sveriges Utsädesförening.

**Nisikado,** Dr. **Yosikazu,** Phytopathologe am Ohara Institut für landwirtschaftl. Forschungen, **Kurashiki** (Japan), z. Zt. in **Berlin-Wilmersdorf,** Uhlandstr. 128 bei Cohn.

**Nitzschke,** Dr. **Hans,** Oberstudienrat in **Wilhelmshaven,** Kaiserstraße 73, III.

**Nius,** Dr. **Erich,** in **Hamburg,** Hofweg 57, pt.

**Noack,** Dr. **Konrad L.,** o. Professor d. Botanik an d. Forstl. Hochschule in **Eberswalde,** Breite Str. 58.

**Noack,** Dr. **Kurt,** o. Professor, Vorstand des Botanischen Instituts d. Universität Halle-Wittenberg, in **Halle a. S.,** Botanisches Institut, Am Kirchtor 1.

**Nordhausen,** Dr. **Max,** o. Professor der Botanik in **Marburg a. L.,** Marbacher Weg 20.

**Nuernbergk,** Dr. **Erich,** in **Utrecht** (Holland), Lange Nieuwstraat 106.

**Oberkirch, Karl,** Mittelschullehrer in **Essen-Borbeck,** Geranimastr. 245.

**Ohara, Kametaro,** Professor d. Rohstofflehre u. Mikroskopie am Institut f. Warenkunde, Koto-Shyogyo-Gakko (Handelshochschule) in **Nagoja** (Japan).

**Ohga,** Dr. **Ichiro,** Professor der Botanik am Educational College, S. M. R., in **Mukden** (Mandschurei).

**Oehlkers,** Dr. **Friedrich,** o. Professor, Vorstand des Botanischen Institutes und Botanischen Gartens an der Techn. Hochschule in **Darmstadt,** Eichbergstr. 7, I.

**Oksijuk, Peter,** Wissenschaftl. Mitarbeiter am Botan. Museum d. Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften, Dozent am Landwirtsch. Institut in **Kiew** (Ukraine), Tarassowskaja 19/8.

**Olszewski, Wolf,** Stadtamtsrat in **Dresden-N.,** Wilhelminenstr. 9.

**Oltmanns,** Dr. **Friedrich,** emer. o. Professor der Botanik, Geh. Hofrat, in **Freiburg i. B.,** Jakobistr. 23.

**Oppenheim, Jacob David,** Direktor der Abteilung für Horticultural Breeding, Agricultural Experiment Station, P. Z. E., in **Rehovoth** (Palästina), P. O. B. 21, Achad Haämstreet.

**Oppenheimer,** Dr. **Heinz,** Botaniker in **Sichron-Jakob** bei Haifa (Palästina).

**Oertel, Adolf,** Garteninspektor in **Halle,** Kirchtor 1.

**Ostenfeld,** Dr. **C. H.,** Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kopenhagen,** Gothersgade 140.

**Ostrowskaja, Manefa Konstantinowna,** Dozentin für Pflanzenphysiologie am Landwirtschaftl. Institut in **Samara** (Rußland), Kasanskaja No. 138, Wohn. 11.

**Otto,** Dr. **Hermann,** Oberstudienrat, Leiter der Biologischen Abteilung a. d. Staatl. Hauptstelle für den naturwissenschaftl. Unterricht, in **Berlin O 17,** Am Schlesischen Bahnhof 2, III.

**Overbeck,** Dr. **Fritz,** Privatdozent, Assistent am Botanischen Institut d. Universität, in **Frankfurt a. M.,** Viktoria-Allee 9.

**Oxner, Alfred Nikolajewitsch,** Kustos am Botan. Garten in **Kiew** (Ukraine), Kominternstr. 1.

**Paál,** Dr. **Árpád,** Professor, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität in **Budapest VIII,** Muzeum körut 4.

**Pabisch, Heinrich,** Professor, Dozent für technische Botanik und Rohstofflehre in **Wien VI,** Grasgasse 5.

**Paeckelmann, Wolfgang,** Oberstudiendirektor am Staatl. Wilhelmsgymnasium in **Kassel,** Humboldtstr. 1a.

**Pammel, Louis Hermann,** Ph. D., Professor der Botanik an dem Jowa State College, President Jowa State Board of Conservation in **Ames,** Jowa (U. S. A.).

**Pantanelli,** Dr. **Enrico,** Direktor der Landwirtschaftlichen Versuchsstation (Stazione agraria sperimentale) in **Bari** (Italien).

**Pape,** Dr. **Heinrich,** Regierungsrat an der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle **Kiel-Kitzeberg.**

**Parija, Pran Kisan,** M. A., Professor der Botanik in **Cuttack** (Bihar and Orissa), Indien, Ravenshaw College.

**Pascher,** Dr. **Adolf,** ord. Professor der Botanik an der Deutschen Universität in **Prag II,** Viničná 3a.

**Patschovsky,** Dr. **Norbert,** Studienassessor in **Neurode,** Grafschaft Glatz, Schles., Landhausstr. 24.

**Paul,** Dr. **Hermann,** Professor, Regierungsrat an der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft in **München,** Hedwigstr. 3, I.

**Paulmann,** Dr. **Richard,** I. G. Farbenindustrie A. G., Abt. Schädlingsbekämpfung, in **Leverkusen** bei Köln a. Rh.

**Pauson-Herzfelder**, Dr. **Helene**, in **Bamberg**, Ottostr. 7.

**Pax**, Dr. **Ferdinand**, emer. o. Professor, Geh. Regierungsrat, in **Breslau IX**, Sternstr. 108.

**Peirce**, **George James**, Professor der Botanik und der Pflanzenphysiologie an der **Stanford University**, Californien, (U. S. A.).

**Peklo**, Dr. **Jaroslav**, o. Professor der Phytopathologie und Vorstand des phytopathologischen Instituts der böhm. techn. Hochschule, in **Prag-Vinohrady**, Na Kozacce 1103.

**Perfiliev**, Dr. **Boris**, Leiter der Biologischen Borodin-Station der Leningrader Naturforscher-Gesellschaft, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Petersburg (Leningrad) 3**, Zwerinskaja 42.

**Peter**, Dr. **A.**, Geh. Regierungsrat, emer. o. Professor der Botanik an der Universität in **Göttingen**, Herzberger Landstr. 15.

**Peters**, Dr. **Leo**, Regierungsrat, in **Berlin-Dahlem**, Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft.

**Peters**, Dr. **Theodor**, Studienrat in **Braunschweig**, Helmstedter Straße 91, II.

**Peterschilka**, Dr. **Franz**, Professor für Warenkunde an der Deutschen Handelsakademie in **Prag I**, Masná 8.

**Petersen**, **Fritz-Jürgen**, in **Groß-Flottbek**, Ohlenkamp 12.

**Petersen**, **Karl**, Mittelschullehrer in **Lübeck**, Schillerstr. 7.

**Pfeiffer**, **Gustav**, Fabrikbesitzer in **Neustadt a. T.** (Böhmen).

**Pfeiffer**, Dr. **Hans**, Lehrer in **Bremen I**, Wilhelmstr. 7.

**Pieschel**, Dr. **Erich**, Assistent am Institut für Landwirtsch. Botanik in Braunschweig-Gliesmarode, in **Braunschweig**, Bebelstr. 51, II.

**Pietsch**, **Albert**, Rektor in **Woltersdorf** b. Erkner bei Berlin, Berliner Str. 77.

**Pilger**, Dr. **Robert**, Zweiter Direktor d. Botan. Gartens und Museums in Berlin-Dahlem, a. o. Professor an der Universität Berlin, in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

**Pirschle**, Dr. **Karl**, Biologe der I. G. Farbenindustrie A. G. in **Ludwigshafen a. Rh.**

**Pisek**, Dr. **Arthur**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Innsbruck**, Sternwartestr.

**Plaßmann**, Dr. **Eberhard**, preuß. Forstassessor, Assistent am Botan. Institut der Forstl. Hochschule in **Hann.-Münden**, Bismarckstr. 4.

**Plaut**, Dr. **Menko**, Leiter des Versuchswesens der Gebr. Dippe A. G. in **Quedlinburg**, Turmstr. 2.

**Pohl**, Dr. **Franz**, Assistent am botanischen Institut der deutschen Universität in **Prag II**/1965, Viničná ulice 3a.

**Pojarkova**, Dr. **Antonina**, Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Botanischen Gartens in **Petersburg (Leningrad)**, Kurlandskaja 6, Wohn. 60.

**Pollacci**, Dr. **Gino**, o. Professor der Botanik und Leiter des 1. Ital. Krypt. Labor. d. Königl. Universität in **Pavia**, Italien, Via S. Epifanio 4.

**Poellnitz**, Dr. **Karl von**, in **Oberlödla** bei Rositz, Kreis Altenburg, Thüringen.

**Porodko**, Dr. **Th. M.**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen an dem Institut für Volksaufklärung in **Odessa** (Ukraine), Kominternstr. 2.

**Porsch**, Dr. **Otto**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur, Lehrkanzel für Botanik, in Wien XVIII, Hochschulstr. 17, Privatadresse **Wien VIII**, Zeltgasse 6.

**Port**, **Jaan**, Magister der Botanik, in **Tartu (Dorpat)**, Botan. Garten.

**Portheim**, **Leopold**, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissensch. in **Wien IV**, Karolinengasse 5.

**Potthoff**, Dr. **Heinz**, Wissenschaftl. Assistent an der Lehr- und Forschungsanstalt für Gartenbau in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Horst-Kohl-Str. 6, IV.

**Prát**, Dr. **Silvestr**, a. o. Professor a. d. Universität in **Prag (Praha) II/433**, Benátská 433 No. 2.

**Prianischnikow**, **Dem. Nik.**, Dr. agr., Dr. phil. h. c. (Breslau), Professor in **Moskau VIII**, Landwirtschaftliche Akademie.

**Pringsheim**, Dr. **Ernst G.**, o. ö. Professor, Vorstand d. Pflanzenphysiol. Institutes d. deutschen Universität in **Prag II**, Viničná 3a.

**Printz**, Dr. **Henrik**, Professor, Direktor des botan. Instituts d. norweg. Landwirtsch. Hochschule in **Aas** bei Oslo (Norwegen).

**Pritzel**, Dr. **Ernst**, Professor, Studienrat in **Berlin-Lichterfelde**, Blaumeisenweg 1.

**Proskorjakov**, **Eugeny I.**, Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

**Pulle**, Dr. **August Adriaan**, o. Professor der speziellen Botanik und der Pflanzengeographie an der Universität Utrecht, Direktor des botan. Gartens „Cantonspark", in **Baarn** (Niederlande, Prov. Utrecht), Java-laan 5.

**Quintanilha**, Dr. **Aurelio**, Professor, Direktor des Botanischen Laboratoriums der Universität in **Coimbra.**

**Rabanus**, Dr. **Adolf**, I. G. Farbenindustrie A.-G., Werk **Uerdingen** (Niederrhein), Am Röttgen 30.

**Rabbas**, Dr. **Paul**, Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei d. I. G. Farbenindustrie A.-G. in **Leverkusen b. Köln a. Rh.**, Biolog. Institut.

**Rabien**, Dr. **Herbert**, in **Braunschweig-Gliesmarode**, Institut für Landwirtsch. Botanik.

**Radermacher**, Dr. **Arnold**, in **Modjokerto** (Java), Niederl.-Ostindien, Noorderweg 4.

**Rasdorsky, Wladimir**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule und an dem Pädagogischen Institut in **Wladikawkas** (Rußland), Butyrin Str. 18.

**Rawitscher**, Dr. **Felix**, a. o. Professor für Forstbotanik in **Freiburg i. B.**, Kronenstraße 18.

**Raydt**, Frl. Dr. **Gerda**, in **Berlin-Dahlem**, Spohrstr. 5.

**Regel**, Dr. **Constantin**, Professor an der Universität, Direktor des Botanischen Gartens in **Kaunas** (**Kowno**, Litauen), Botanischer Garten.

**Rehder, Alfred**, Kurator des Herbariums am Arnold-Arboretum, Harvard-Universität, in **Jamaica Plain**, Mass. (U. S. A.), Orchard Str. 62.

**Rehsteiner**, Dr. **Hugo**, Erziehungsrat in **St. Gallen**, Eschenstr. 1.

**Reiche**, Dr. **Hildegard**, in **Berlin O 17**, Stralauer Allee 25a.

**Reimers**, Dr. **Hermann**, Assistent am Botan. Garten in **Berlin-Dahlem**, Botanisches Museum, Königin-Luise-Str. 6—8.

**Reinau**, Dr. **Erich**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Heinersdorfer Str. 26.

**Reinhardt**, Dr. **Max Otto**, a. o. Professor a. d. Universität Berlin i. R., in **Hedersleben** (Bez. Magdeburg).

**Reinke**, Dr. **Johannes**, Professor emer. der Botanik a. d. Universität Kiel, Geh. Regierungsrat, in **Preetz** (Holstein), Klosterhof 20.

**Reinsch**, Dr. **Johannes**, Studienassessor in **Dresden-A.**, Hohe Str. 63.

**Reitler**, Dr. **Josef**, Pfarrer in **Monzel** (Mosel), Post Osann.

**Renard, K. G.**, Professor am Land- und Forstwissenschaftl. Institut zu **Gorki** (Weißrußland).

**Renner**, Dr. **Otto**, o. Professor der Botanik, Direktor des Botanischen Instituts und Gartens der Universität in **Jena**, Oberer Philosophenweg 16.

**Richter, Andreas**, Professor an der Universität, Vorstand d. Abteilung f. angewandte Botanik am Institut für Dürre-Forschungen, in **Saratow** (Rußland), Opytnoje Polje, U. S. S. R.

**Richter**, Dr. **Karl**, Assistent am Bakteriolog. Institut der Preuß. Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in **Kiel**, Forstweg 64.

**Richter**, Dr. **Oswald**, o. ö. Professor d. Botanik, Warenkunde, technischen Mikroskopie und Mykologie an der Deutschen Technischen Hochschule in **Brünn** (Mähren), Beamtenheim, Lerchgasse 17.

**Richter**, Dr. **Paul**, Professor an der Staatl. Paul-Gerhardt-Schule (Realgymn.) i. R. in **Lübben** (Spreewald), Lindenstr. 12.

**Riede**, Dr. **Wilhelm**, Privatdozent, Oberassistent am Botan. Institut der Landwirtschaftl. Hochschule Bonn-Poppelsdorf, in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Allee 106.

de **Riencourt de Longpré, Patrick**, Naturforscher in **Château de Charmont (Aube)**, Frankreich.

**Rimbach**, Dr. **A.**, Botaniker in **Riobamba**, Ecuador, Carrera Veloz.

**Rippel**, Dr. **August**, o. Professor, Direktor des Instituts für landwirtschaftliche Bakteriologie an der Universität in **Göttingen**, Münchhausenstr. 14.

**Risch, Carl**, Apothekenbesitzer in **Bärwalde** (Neumark).

**Riße**, Dr. **Karl**, Lehrer in **Ülzen b. Unna i. Westf.**

**Röber, Friedrich**, Studienassessor in **Dresden-A. 16**, Pfotenhauerstraße 35, III.

**Roberg**, Dr. **Max**, Apotheker, Assistent am Botan. Garten, in **Münster i. W.**, Botanisches Institut.

**Robinsohn**, Dr. **Isak**, Arzt in **Wien**, Glasergasse 27.

**Rohweder, Heinrich**, Studienrat in **Kiel**, Feldstr. 92, II.

**Roll, Jakob**, Professor am Landwirtschaftl. Institut in **Charkow** (Rußland), Tchajkowskaja, 14, 3.

**Rompel**, Dr. **Josef H.**, S. J., Mitglied des Ordens der Gesellschaft Jesu; Professor der Naturgesch. am Gymnasium der „Stella Matutina“ in **Feldkirch**, Vorarlberg, Österreich, Jesuitengymnasium.

**Rosenberg**, Dr. **Otto**, Professor und Vorstand des Botan. Instituts der Universität in **Stockholm**, Tegnérlunden 4.

**Roshardt**, Dr. **P. A.**, Gymnasiallehrer in **Stans** (Schweiz).

**Ross**, Dr. **Hermann**, Professor, Hauptkonservator und Abteilungsleiter i. R., Stellvertreter des Leiters des Botanischen Museums (Herbarium) in **München 38**, Stievestr. 7.

**Rossner**, Dr. **Ferdinand**, Studienrat in **Eisleben** (Lutherstadt), Hessestr. 22.

**Roth**, Dr. **Franz**, Studienrat in **Bonn a. Rh.**, Beethovenstr. 53.

**Rübel**, Dr. **Eduard**, Professor in **Zürich**, Zürichbergstr. 30.

**Rudloff**, Dr. **C. Fr.**, z. Zt. in **Müncheberg** (Mark), Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung.

**Rudolph**, Dr. **Karl**, tit. a. o. Professor an der Deutschen Universität in **Prag II**, Botanisches Institut, Viničná 3a.

**Ruhland**, Dr. **Wilhelm**, o. Professor an d. Universität, Direktor des Botan. Instituts u. Gartens in **Leipzig**, Linnéstr. 1.

**Ruoff, Selma**, wissenschaftl. Assistentin in **München**, Amalienstr. 53,III.

**Rüster**, Dr. **Paul**, in **Breslau I**, Schweidnitzerstr. 32.

**Ruttner**, Dr. **Franz**, Privatdozent, tit. a. o. Prof. an der Universität Wien, Leiter der Biologischen Station, in **Lunz am See** (Nieder-Österreich).

**Rybin**, Dr. **Wladimir**, Assistent am Institut für angewandte Botanik und Neue Kulturen in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44.

**Rytz**, Dr. **Walter**, a. o. Professor der Botanik a. d. Universität in **Bern** (Schweiz), Ländteweg 5.

**Sabalitschka**, Dr. **Theodor**, Privatdozent an der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Elisenstr. 7.

**Sachße, Hans**, Forstmeister in **Oberwiesenthal** (Sachsen), Forstamt Unterwiesenthal.

**Sahni, Birbal**, M. A., F. G. S., D. Sc., Professor der Botanik in **Lucknow**, Indien, Lucknow University, z. Zt. in **Cambridge** (England), The Botany School.

**Saito**, Dr. **K.**, Professor in **Osaka**, Japan, Zymotechnologisches Institut, Technische Hochschule, The Central Laboratory of the South Manchuria Railway Co.

**Sakisaka, Mitidi**, Lecturer am Botan. Institut der Landwirtschaftl. Fakultät der Kaiserl. Univers. in **Tokyo**, Tokyo-Komaba, Japan.

**Sampathkumaran**, Dr. **M. A.**, Professor der Botanik in **Bangalore**, Indien, Mysore University, Central College.

**Sandt**, Dr. **Walter**, Privatdozent an der Universität München, Assistent am botanischen Laboratorium, in **München 38**, Notburgastr. 4.

**Sapěhin**, Dr. **A.**, Direktor des Ukrainischen Genetischen und Pflanzenzücht. Institutes, Professor an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Odessa** (Ukraine), Postfach 128.

**Sapěhin, Leo Andrejewitsch**, Wissensch. Mitarbeiter am Ukrainischen Institut f. Genetik und Pflanzenzüchtung, Dozent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Odessa**, Postfach 128.

**Saupe**, Dr. **A.**, Oberstudienrat, Professor in **Dresden**, Kyffhäuserstraße 17.

**Schade**, Dr. **Alwin**, Studienrat in **Dresden-A. 24**, Nürnbergerstraße 18c, Erdg.

**Schaede**, Dr. **Reinhold**, Privatdozent, Assistent am botanischen Institut in **Breslau 16**, Piastenstr. 41.

**Schaffnit,** Dr. **Ernst,** o. Professor an der Landwirtsch. Hochschule in **Bonn,** Hindenburgstr. 119.

**Schander,** Dr. **R.,** Professor an den Staatl. Landw. Versuchs- und Forschungsanstalten, Direktor des Instituts f. Pflanzenkrankheiten in **Landsberg a. W.,** Theaterstr. 25.

**Schanidze,** Frl. **Marie,** in **Tiflis,** Botanischer Garten.

**Scheibe,** Dr. **Arnold,** Assistent a. d. Biologischen Reichsanstalt Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz,** Albrechtstr. 15.

**Scheibe, Johanna,** Studienrat in **Pirna a. Elbe,** Weststr. 26.

**Schellenberg,** Dr. **Gustav,** a. o. Professor in **Göttingen,** Botanische Anstalten.

**Schiemann,** Dr. **Elisabeth,** Privatdozentin, in **Berlin-Dahlem,** Albrecht-Thaer-Weg 6.

**Schiller,** Dr. **Josef,** a. o. Universitätsprofessor in **Wien XII,** Tivoligasse 55.

**Schilling,** Dr. **August I.,** Professor, Oberstudienrat a. Realgymnasium, Privatdozent der Botanik an der Technischen Hochschule in **Darmstadt,** Büchnerstr. 12.

**Schilling,** Dr. **Ernst,** Stellv. Direktor des Forschungsinstitutes für Bastfasern, Vorsteher der botanischen und Züchtungsabteilung in **Sorau N.-L.,** Forschungsinstitut.

**Schindler, Otto,** Professor, Direktor d. Höh. Staatslehranstalt für Gartenbau in **Pillnitz a. E.,** Schloßstr. 59.

**Schinz,** Dr. **Hans,** Professor für Botanik an der Universität, in **Zürich 7,** Biberlinstr. 15.

**Schkorbatoff,** Dr. **Leonidas,** Professor am Institut f. Volksausbildung u. Direktor des Botan. Gartens in **Charkow,** Botan. Institut, Klotschkovskaja 52.

**Schlicke,** Dr. **Arthur,** Studienrat in **Berlin-Niederschöneweide,** Spreestraße 2, II.

**Schlumberger,** Dr. **O.,** Regierungsrat und Mitglied der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, Privatadresse: **Berlin-Wilmersdorf,** Laubacher Str. 41.

**Schmalfuß,** Dr. **Karl,** Assistent am Botan. Institut der Universität in **Halle a. S.**

**Schmid,** Dr. **Günther,** a. o. Professor der Botanik an der Universität in **Halle a. S.,** Berliner Str. 28.

**Schmidt,** Dr. **Alexander,** Dozent am Päd. Institut Leipzig, in **Leipzig N 21,** Delitzscher Str. 110, I.

**Schmidt,** Dr. **Ernst Willy,** in **Klein-Wanzleben,** Bezirk Magdeburg, Zuckerfabrik.

**Schmidt,** Dr. **Karl,** in **Karlsruhe i. B.,** Kaiserstr. 12.

**Schmidt**, Dr. **Otto Christian**, Assistent am Botan. Museum in Berlin-Dahlem, in **Charlottenburg 4**, Wilmersdorfer Str. 117.

**Schmidt**, Dr. **Paul**, Studienrat in **Wittenberg**, Bez. Halle a. S., Lutherstr. 46.

**Schmitz**, Dr. **Heinz**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Frankfurt a. M.**, Viktoriaallee 9.

**Schmucker**, Dr. **Theodor**, Assistent am Institut f. allgemeine Botanik u. Pflanzenphysiologie d. Universität in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 46.

**Schnarf**, Dr. **Karl**, Privatdozent a. d. Universität, Gymnasialprofessor in **Wien III**, Rennweg 14, Botan. Institut.

**Schnegg**, Dr. **Hans**, o. Hochschulprofessor in **Weihenstephan**, Post Freising, Ober-Bayern.

**Schneider**, Dr. **Erich**, Assistent am Botan. Institut der Universität in **Breslau 9**, Göppertstr. 6—8.

**Schneider**, Dr. **Friedrich**, Saatzuchtdirektor in **Klein-Wanzleben**, Bez. Magdeburg.

**Schober**, Dr. **Alfred**, Professor, Oberschulrat i. R. in **Hamburg 24**, Lerchenfeld 7.

**Schoenebeck**, **Bruno**, Lehrer in **Berlin-Neukölln**, Roseggerstr. 17, I.

**Schoenichen**, Dr. **Walther**, Professor, Direktor d. Staatl. Stelle f. Naturdenkmalspflege in Preußen, in **Berlin-Wilmersdorf**, Spessartstr. 3.

**Schönland**, Dr. **Selmar**, em. Professor in **Grahamstown**, Südafrika, Aylesby.

**Schottländer**, Dr. **Paul**, Ritterguts- und Fideikommißbesitzer Schloß Hartlieb, Kr. Breslau, Ehrenbürger der Universität Breslau, Senator der Kaiser-Wilh.-Ges. zur Förderung d. Wissenschaft, in **Breslau 5**, Tauentzienplatz 2.

**Schoute**, Dr. **Johannes Cornelis**, Universitätsprofessor in **Groningen** (Holland), Zuiderpark 2.

**Schratz**, Dr. **Eduard**, in **Berlin-Dahlem**, Kaiser-Wilhelm-Institut f. Biologie, z. Zt. in **Baltimore** Md., Laboratory of Plant Physiology, Johns Hopkins Univ.

**Schreiber**, Dr. **Ernst**, Kustos für Botanik a. d. Staatl. Biologischen Anstalt auf **Helgoland**.

**Schröder**, Dr. **Dominicus**, Botaniker an der Moorversuchsstation in **Bremen**, Kl. Helle 10.

**Schröder**, Dr. **Franz**, Regierungsrat in **Berlin NW 87**, Klopstockstr. 18.

**Schroeder**, Dr. **Harry**, o. Professor der Botanik in **Hohenheim** b. Stuttgart, Landwirtschaftl. Hochschule.

**Schröder**, Frl. **Mathilde**, cand. rer. nat. in **Münster i. W.**, Syndikatplatz 3.

**Schrodt**, Dr. **Julius**, Stud.-Direktor i. R., Professor, in **Gardelegen**.

**Schrödter**, Dr. **Kurt**, Studienrat in **Halberstadt**, Plantage 3.

**Schröter**, Dr. **Carl**, emer. Professor der Botanik an der Eidgen. Technischen Hochschule in **Zürich**, Merkurstraße 70.

**Schube**, Dr. **Theodor**, Professor, Studienrat i. R. in **Breslau VIII**, Clausewitzstr. 5.

**Schubert**, Dr. **Kurt**, Studienrat in **Berlin-Südende**, Berliner Str. 4.

**Schüepp**, Dr. **Otto**, a. o. Professor an der Universität Basel, Lehrer am Missionsseminar Basel, in **Reinach**, Baselland.

**Schulz**, **Hermann**, Direktor des Botanischen Gartens der Stadt Kassel, in **Kassel**, Rothenditmolder Str. 14.

**Schulz-Gaebel**, cand. rer. nat. in **Kiel**, Gutenbergstr. 18.

**Schulz-Korth**, **Karl**, cand. phil. in **Berlin-Charlottenburg 4**, Kantstr. 41.

**Schulze**, Dr. **Bruno**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Materialprüfungsamt in **Charlottenburg**, Schillerstr. 80, II.

**Schumacher**, Dr. **Walter**, Assistent am Botan. Institut d. Universität in **Bonn a. Rh.**, Poppelsdorfer Schloß, Botan. Institut.

**Schürhoff**, Dr. **Paul Norbert**, Privatdozent d. Botanik an d. Universität, in **Berlin SW 61**, Wilmsstr. 1.

**Schussnig**, Dr. **Bruno**, Privatdozent, o. Assistent an der Lehrkanzel für systematische Botanik der Universität in **Wien III**, Rennweg 14.

**Schwartz**, Dr. **Oskar**, wissenschaftl. Hilfsarbeiter am Institut für allgem. Botanik in **Hamburg 36**, Jungiusstr. 6.

**Schwartz**, Dr. **Wilhelm**, Privatdozent, Regierungsbotaniker in **Karlsruhe i. Baden**, Botanisches Institut d. Techn. Hochsch., Kaiserstr. 2.

**Schwarz**, Dr. **Walter**, Assistent in **Prag II**, Pflanzenphysiolog. Institut der Deutschen Universität, Viničná 3a.

**Schwede**, Dr. **Rudolf**, a. o. Professor für Botanik an der Technischen Hochschule in **Dresden**, Gutzkowstr. 28.

**Schweickerdt**, Dr. **Herold**, in **Pretoria** (Südafrika), Pretoria street 653.

**Schweizer**, Dr. **Georg**, Botan. Assistent in **Hohenheim** (Württbg.), Landw. Hochschule, Landes-Versuchsanstalt für landw. Chemie.

**Schwemmle**, Dr. **Julius**, o. Professor der Botanik, Vorstand des botanischen Institutes der Universität in **Erlangen**, Bot. Institut.

**Schwickerath**, Dr. **Mathias**, Studienrat in **Aachen**, Goethestr. 25.

**Sebelin**, Dr. **Christian**, Assistent am Staats- und Universitätsinstitut für angewandte Botanik, in **Hamburg 5**, Kreuzweg 10—12.

**Seckt**, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Cordoba** (Argentinien), Universidad, Facultad de Ciencias Exactas.

**Secretan**, **Ernest**, Gutsbesitzer auf **Hohenau**, Post **Trebur** i. Hessen.

**Seeliger**, Dr. **Rudolf**, Regierungsrat und Mitglied der Biolog. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Zweigstelle **Naumburg a. S.**, Sedanstr. 37.

**Seidel**, Dr. **Kurt**, Assistent am Institut für Getreidelagerung, in **Charlottenburg**, Giesebrechtstr. 11.

**Seifert**, Dr. **Fritz**, Leiter der Flußüberwachungsstelle in **Gerstungen b. Erfurt.**

**Sen-Gupta**, Dr. **Jatis**, in **Dacca** (Bengal), 52 Moni Hossain Lane.

**Senn**, Dr. **Gustav**, o. Professor der Botanik an der Universität, in **Basel**, Schönbeinstr. 6.

**Sernander**, Dr. **Rutger**, Professor an d. Universität in **Upsala** (Schweden).

**Seybold**, Dr. **August**, Privatdozent für Botanik an der Univers. Köln, Wiss. Assistent am Botanischen Garten in **Köln-Riehl**, Am Botanischen Garten 69.

**Shadowsky**, **Anatol**, Privatdozent an der Universität in **Moskau 10**, Mestschanskaja 28, Botan. Garten.

**Shibata**, Dr. **K.**, Professor in **Tokio** (Japan), Botanisches Institut der Universität Koishikawa.

**Shimbo**, Dr. **J.**, Professor der Botanik an der höheren Schule in **Niigata** (Japan).

**Shull**, **George Harrison**, Ph. D. (Chicago), Professor der Botanik und Entwicklungslehre, Princeton University, in **Princeton**, New Jersey, U. S. A., Jefferson Road 60, Grayhome.

**Siebert**, Dr. **Alfred**, Studienrat in **Göttingen**, Schillerstr. 4.

**Sierp**, Dr. **Hermann**, o. ö. Prof. und Direktor des Botanischen Gartens der Stadt Köln, in **Köln a. Rh.-Zollstock**, Vorgebirgstr. 51.

**Sigmond**, Dr. **Hans**, Assistent in **Prag II**, Viničná 3a.

**Silberschmidt**, Dr. **Karl**, Studienassessor, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institut in **München**, Isabellastr. 22.

**Simon**, Dr. **Joseph**, Professor in **Dresden-A.**, Wintergartenstr. 19.

**Simon**, Dr. **Siegfried Veit**, o. Professor in **Bonn a. Rh.**, Botanisches Institut d. Universität.

**Sinotô**, **Yosito**, Assistent d. Botanik an d. Fakultät d. Wissenschaften in **Tokio**, Botan. Institut des Botan. Gartens d. kais. Universität Koishikawa.

**Sirks**, Dr. **Marius Jacob**, Botaniker am Institut f. Pflanzenzüchtung der landw. Hochschule in **Wageningen** (Niederlande), Otto van Gelreweg 2.

**Skarnitzl**, Dr. **Eduard**, Ph. Mr., Universitätsdozent in **Prag-Smichow**, Preslova ulice 11, Co. 1269.

**Skene**, **Macgregor**, D. Sc., Reader in Botany, Universität in **Bristol** (England), 36 Lawrence Grove.

**Skottsberg**, Dr. **Carl**, Professor, Direktor des Botan. Gartens in **Gothenburg (Göteborg)**, Schweden, Botanischer Garten.

**Skvortzov, B. W.**, Vorstand d. Biol. Laborator. d. Kommerz-Schule in **Harbin**, Poststr. 76, Mandschurei (China).

**van Slogteren**, Dr. **Egbertus**, Professor, Direktor des Laboratoriums für Blumenzwiebel-Untersuchungen in **Lisse Z. H.** (Holland).

**Smirnow, Alexander**, Professor f. Pflanzenphysiologie u. Mikrobiologie in **Krasnodar** (Nordkaukasien, Rußland), Landwirtschaftl. Hochschule, Institut für Tabakforschung, Postkast. 55.

**Smirnow, Paul**, Assistent am Botan. Institut der 1. Moskauer Staatsuniversität in **Moskau**, Herzensstr. 6.

**Smirnow, Peter**, Professor am Gorsky Pädagogischen Institut in **Wladikawkas** (Rußland), Gymnasitscheskaja 17.

**Snell**, Dr. **Karl**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Florastr. 6.

**Söding**, Dr. **Hans**, Privatdozent an der Technischen Hochschule in **Dresden-A.**, Bismarckplatz 18.

**Sokolowski, Alexander**, Assistent am Institut für Volksbildung, Professor der Botanik am Veterinär-Zootechnischen Institut in **Kiew** (Ukraine), Pushkinska 7, 2.

**Sonder**, Dr. **Christoph**, Apothekenbesitzer in **Oldesloe** (Holstein), Langestr. 9.

**Späth**, Dr. **Hellmut**, Baumschulenbesitzer in **Berlin-Baumschulenweg**, Späthstr. 1.

**Sperlich**, Dr. **Adolf**, o. ö. Professor der Botanik, Vorstand der botanischen Anstalten der Universität in **Innsbruck**, Salurnerstraße 16.

**Spieckermann**, Dr. **Albert**, Professor, Direktor der Anstalt f. Pflanzenschutz u. Samenuntersuchung der Landw. Kammer in **Münster in Westf.**, Wilhelmstr. 1.

**Spindler, Ernst**, Studienrat in **Berlin NO 55**, Bötzowstr. 37.

**Spinner**, Dr. **Henri**, Professor der Botanik an der Universität in **Neuchâtel** (Schweiz), Champ-Bougin 40.

**Spohr**, Dr. **Edmund**, Professor in **Dorpat (Tartu)** (Estland), Sonnenstr. 1.

**Staiger**, Dr. **Gottfried**, Nahrungsmittelchemiker in **Berlin-Niederschönhausen**, Blücherstr. 20.

**Stapp**, Dr. **Carl**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Steglitz**, Belfortstr. 31a.

**Stark**, Dr. **Peter**, Universitätsprofessor, Direktor des botanischen Instituts der Universität in **Frankfurt a. M.**, Ulmenstr. 41.

**Staudermann**, Dr. **Wilhelm**, in **Höchst a. M.**, Hochmuhl 4.

**Steffen, Alexander**, Gartendirektor in **Pillnitz** bei Dresden.

**Stein**, Dr. **Emmy**, in **Berlin-Lichterfelde-West**, Margaretenstr. 40.

**Steinbrinck**, Dr. **Carl**, Realgymnasialprofessor a. D. in **Lippstadt**, Esbecker Str. 4.

**Steinecke**, Dr. **Fritz**, Privatdozent f. Botanik u. Hydrobiologie in **Königsberg i. Pr.**, Hardenbergstr. 26.

**Steiner, Rudolf**, Professor am deutschen Realgymnasium in **Prag XII**, Ve Pštrosce 16.

**Stephan**, Dr. **Johannes**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 18, pt.

**Stern**, Dr. **Kurt**, in **Frankfurt a. M.-Niederrad**, Deutschordenstr. 78.

**Steyer**, Dr., Professor, Oberstudienrat, Leiter der Landwirtschaftl. Versuchsstation **Lübeck**.

**Stock, Fritz**, Apotheker in **Braunschweig**, Botanisches Institut, Humboldtstr. 1.

**Stocker**, Dr. **Otto**, Studienrat in **Bremerhaven**, Bogenstr. 9.

**Stoklasa**, Dr. **Julius**, Hofrat, Professor und Direktor der Chemisch-Physiologischen Versuchsstation der tschech. Technischen Hochschule in **Prag XII**, Polska 19.

**Stolley**, Dr. **Irmgard**, Assistentin am Botan. Institut in **Freiburg i. Br.**, Schänzlestr. 9/11.

**Stomps**, Dr. **Theodor J.**, Professor der Botanik u. Direktor des botanischen Gartens d. Universität in **Amsterdam**, Kl. Middenlaan 7.

**Stoppel**, Dr. **Rose**, Professor, Privatdozent der Universität Hamburg, in **Ahrensburg b. Hamburg**, Große Str. 1.

**Straib**, Dr. **Wilhelm**, Assistent am Institut f. landwirtsch. Botanik zu Braunschweig-Gliesmarode, in **Braunschweig**, Humboldtstr. 8.

**Strugger**, Dr. **Siegfried**, Assistent am Botanischen Institut der Universität in **Gießen**, Brandplatz 4.

**Stubbe**, Dr. **Hans**, Assistent am Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in **Müncheberg** (Mark).

**Suchlandt**, Dr. **Otto**, Apotheker in **Davos** (Schweiz), Rhätische Apotheke.

**Sugiura**, Dr. **Toranosuke**, Professor der Botanik an der Osaka-Höheren Schule in **Osaka**, Japan.

**Sukatschew, Wladimir**, Professor der Botanik am Forstinstitut in **Petersburg (Leningrad)**, Forstinstitut W Nr. 1.

**Suessenguth**, Dr. **Karl**, a. o. Professor für Botanik, Konservator am Staatsherbar in **München 38**, Pilarstr. 7, I.

**Suzuki**, Dr. **Eiryo**, Professor der Pflanzenphysiologie. Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Svedelius**, Dr. **Nils Eberhard**, Professor der Botanik an der Universität in **Upsala** (Schweden), Luthagsesplanaden 12B.

**Swirenko**, Dr. **D. A.**, Direktor des Botan. Gartens und Professor der Botanik an dem Institut für Volksaufklärung in **Odessa** (Ukraine), Botan. Garten, Boulevard de France 87.

**Szabinin**, Dr. **Dimitri**, Professor an der Universität in **Perm** (Rußland).

**Szabó**, Dr. **Zoltán**, Professor der Landwirtschaftl. Botanik a. d. Universität in **Budapest VIII**, Eszterházy-utca 3, II.

**Tabenzki**, Dr. **Alexander**, Professor in **Kiew**, Polytechnisches Institut, Nr. 1, W. 10.

**Tereg**, **Elinor**, Studienrätin in **Bremen**, Keplerstr. 14.

**Theron**, **G. C.**, M. Sc., Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Theune**, Dr. **Erich**, Studienrat in **Schweidnitz**, Glubrechtstr. 1.

**Thielmann**, **Marie**, Privat-Dozentin an der Universität in **Riga** (Lettland), Slokas iela 69.

**Thoms**, Dr. **H.**, Geh. Regierungsrat, emer. o. Professor an der Universität, in **Berlin-Steglitz**, Hohenzollernstr. 6.

**Thost**, Dr. **R.**, in **Berlin-Lichterfelde-Ost**, Wilhelmstr. 27.

**Tichomirov**, **Victor N.**, Assistent an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Voronesch** (Rußland).

**Tiegs**, Dr. **Ernst**, Abteilungsleiter und Professor an der Preußischen Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in **Berlin-Dahlem**, Unter den Eichen 74.

**Tiesenhausen**, Dr. **Manfred**, in **Klausenburg (Cluj)** (Rumänien), Institutul de Bot. Generala.

**Timmel**, Dr. **H.**, in **Hannover**, Ägidienapotheke.

**Tischler**, Dr. **Georg**, o. ö. Professor an d. Universität, Direktor des Botan. Instituts und Gartens in **Kiel**, Düsternbrooker Weg 17.

**Tobler**, Dr. **Friedrich**, ord. Professor a. d. S. Techn. Hochschule, Direktor d. Botan. Instituts und Gartens in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2.

**Tobler**, Frau Dr. **Gertrud Paula**, geb. **Wolff**, Ehefrau des Prof. Dr. Fr. Tobler, in **Dresden-A. 16**, Stübelallee 2.

**Tokugawa**, Dr. **Y.**, Marquis, in **Tokio-Fu**, Japan, Biologisches Institut, Hiratsuka-Mura, Ebara-Gun.

**Trautwein**, Dr. **Kurt**, Professor für theoretische Gärungsphysiologie an der Hochschule f. Landwirtschaft u. Brauerei in **Weihenstephan** bei München.

**Troitzkaja**, Frl. Dr. **O. W.**, Assistentin am Landwirtschaftl. Institut und wissensch. Mitglied des Botanischen Gartens in **Petersburg (Leningrad)**.

**Troll**, Dr. **Wilhelm**, Privatdozent f. Botanik, Assistent am Botan. Institut der Universität in **München 13**, Georgenstr. 57.

**Tschermak-Seysenegg**, Dr. **Erich**, Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

**Tschernetzky**, Frau **Sinaida**, Dozentin f. Phytopathologie in **Wladikawkas** (Nordkaukasien, Rußland), Agronomisches Institut.

**Tschernoyarow**, **Michael**, Professor am Institut der Volkswirtschaft in **Kiew** (Ukraine), Rakowsky (Bolchaja Podwalnaja) 31 w. 4.

**Tschesnokow**, Dr. **Woldemar**, Assistent am Pflanzenphysiolog. Laboratorium der Landwirtschaftl. Akademie in **Petersburg (Leningrad)**, Ssadowaja 98, Wohnung 4.

**Tschirch**, Dr. phil., Dr. med. h. c., Dr. ing. e. h., Doct. d. Naturwiss. e. h. **Alexander**, o. Professor an d. Universität in **Bern** (Schweiz), Kollerweg 32.

**Tubeuf**, Dr. **Karl Freiherr von**, Geh. Regierungsrat, o. Universitätsprofessor in **München**, Habsburgerstr. 1.

**Turesson**, Dr. **Göte**, Dozent an d. Universität in **Lund** (Schweden).

**Übelhör**, Dr. **Fritz**, Oberstudienrat in **Nürnberg**, Schonhoverstr. 20.

**Ubisch**, Dr. **Gerta von**, Prof., Privatdozentin, Assistentin am Botan. Institut d. Universität in **Heidelberg**, Bergheimerstr. 1.

**Uhlmann**, Frau Dr. **Elisabeth**, in **Dresden-A. 19**, Frankenstr. 10.

**Ulbrich**, Dr. **Eberhard**, Professor, Kustos am Botan. Museum der Universität Berlin, in **Berlin-Steglitz**, Schützenstr. 41, III.

**Úlehla**, Dr. **Vladimír**, a. o. Professor der naturwiss. Fakultät der Masaryk-Universität in **Brünn (Brno)** (Mähren), Kaunicova 63.

**Ullrich**, Dr. **Hermann**, Privatdozent, Assistent am Botan. Institut in **Leipzig C 1**, Johannisallee 10 E.

**Unger**, Dr. **Wilhelm**, Apotheker in **Würzburg**, Semmelstr. 31.

**Uphof**, Dr. **J. C. Th.**, Professor der Botanik, Vorsteher des Department of Biology am Rollins College, Winter Park, in **Orlando** (Florida), U. S. A., West Central Avenue, Route 3.

**Urban**, Dr. **Ignatz**, Professor, Geh. Regierungsrat in **Berlin-Steglitz**, Kurfürstenstr. 7.

**Ursprung**, Dr. **Alfred**, o. Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

**Uspenski**, **E. E.**, Professor in **Moskau**, Timiriazeff-Forschungsinstitut, Pjatnitzkaja 48.

**Ussatschev**, **Petr Iwanowitsch**, Botaniker. Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Utermöhl**, Dr. **Hans**, Wissenschaftl. Assistent an der Hydrobiolog. Anstalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in **Plön** (Holstein), Klosterstr. 9.

**Vailionis, Liudas,** Dozent a. d. Universität in **Kaunas** (Litauen), Malunu 79.

**Vasiliev,** Dr. **Ivan M.,** Assistent am Institut für angewandte Botanik in **Petersburg (Leningrad),** Herzenstr. 44.

**Vierhapper,** Dr. **Friedrich,** a. o. Professor an der Universität, Honorardozent a. d. Tierärztlichen Hochschule in **Wien III,** Fasangasse 38.

**Viniklář,** Dr. **Ladislav,** Assistent am Botan. Institut der tschechischen Universität in **Prag (Praha) II,** Benátská 433.

**de Visser Smits,** Dr. **Dirk,** Dozent f. Botanik an d. S. T. O. V. I. A. in **Soerabaja** (Java), Ketabang Kali 15.

**Vogeler,** Dr. med. **I.,** Arzt in **Kiel,** Holtenauer Str. 8.

**Voigt,** Dr. **Alfred,** Universitätsprofessor emer., in **Hamburg 24,** Wandsbecker Stieg 13, Erdg.

**Volkart,** Dr. **A.,** Professor, in **Zürich 6,** Frohburgstr. 67.

**Votsch,** Dr. **Wilhelm,** Studienrat i. R. in **Halle a. S.,** Franckestr. 6.

**Vouk,** Dr. **Vale,** ord. Professor an der Universität, Direktor des Botan. Instituts und Gartens der Universität in **Zagreb** (Kroatien), Jugoslawien, Botan. Institut, Senoina ulica 4, II.

**de Vries,** Dr. **D. M.,** Botaniker an der Bot. Abt. der Reichslandwirtsch. Versuchsstation in **Groningen** (Niederl.), Eemskanaal Z. Z. 1.

**Wada, Bungo,** Privatdozent, Botan. Institut der kaiserl. Universität Koishikawa in **Tokyo** (Japan).

**Wagner,** Dr. **Adolf,** Professor der Botanik an der Universität in **Innsbruck-Hötting,** Botanikerstr. 33.

**Wahl,** Dr. **Carl von,** Oberregierungsbotaniker an der Staatl. Bad. Landwirtsch. Versuchsanstalt Augustenberg, in **Durlach** (Baden), Turmbergstr. 10.

**Wahl,** Dr. **Gustav,** Direktor der Staats- und Univers.-Bibliothek und Honorarprofessor an d. Universität in **Hamburg,** Klosterallee 31.

**Wahlen,** Dr. **F. T.,** Direktor der Schweiz. Landw. Versuchsanstalt in **Oerlikon** bei Zürich.

**Walter,** Dr. **Heinrich,** a. o. Professor an der Universität **Heidelberg,** Botanisches Institut, z. Zt. in **Tucson** (Arizona), U. S. A., Desert Laboratory.

**Walther,** Dr. **Oscar A.,** Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Direktor der Pflanzenphysiol. Versuchsstation am Landwirtschaftlichen Institut in **Petersburg (Leningrad),** Bolschaja Possadskaja 9, Wohng. 9.

**Wand,** Dr., Studienrat in **Erfurt,** Goethestr. 13.

**Wangerin**, Dr. **W.**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule und Abteilungsdirektor am Museum für Naturkunde und Vorgeschichte in **Danzig-Langfuhr**, Kastanienweg 7.
**Warburg**, Dr. **Otto**, Professor in **Berlin W**, Uhlandstr. 175.
**Warner**, Dr. **Theodor**, in **Heidelberg**, Bergstr., Weißes Haus.
**Warth**, Dr. **Gustav**, in **Tübingen**, Zeppelinstr. 24.
**Wassermann**, Dr. **Josef**, Assistent am Gärungsphysiolog. Institut der Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei in **Weihenstephan**, Freising, Prinz-Ludwig-Str. 20, I.
**Watanabe**, Dr. (Rigakuschi) **Kiyohiko**, Assistent am Botan. Institut der Kaiserl. Universität in **Tokyo**, Koishikawa, Japan.
**Weber**, Dr. **C. A.**, Professor in **Bremen**, Friedrich-Wilhelm-Str. 24.
**Weber**, Dr. **Friedl**, a. o. Univ.-Professor, in **Graz** (Österreich), Schubertstraße 53.
**Weber**, Dr. **Ulrich**, Privatdozent in **Würzburg**, Botanisches Institut.
**Weber-Finckh**, Dr. **G. Friedrich Th.**, Assistent am Botanischen Garten und Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.
**Weddige**, Dr. **Ludwig**, in **Berlin-Halensee**, Georg-Wilhelm-Str. 5.
**Weese**, Dr. **Josef**, o. ö. Professor der Botanik, technischen Mikroskopie u. organ. Rohstofflehre, Vorstand des Botan. Instituts d. Technischen Hochschule in **Wien VII/2**, Neustiftgasse 36a/13.
**Wehmer**, Dr. **Carl**, ord. Honorarprofessor für Botanik, Bakteriologie u. Mikroskopie, Vorstand des Bakter.-Chem. Laboratoriums an der Technischen Hochschule in **Hannover**, Alleestr. 35.
**Wehnelt**, **Bruno**, o. Assistent am Botan. Institut in **Erlangen**, Puchtaplatz 11.
**Wehrhahn**, **H. R.**, Landes-Ökonomierat, Vorstand der Staatl. Württbg. Gartenbauschule und Dozent an der Landwirtschaftl. Hochschule zu **Hohenheim**.
**Weigel**, Dr. **Theodor Oswald**, Buchhändler in **Leipzig C 1**, Königstr. 1.
**Weis**, Dr. **Alfred**, Studienrat in **Leipzig W 31**, Könneritzstr. 83, III.
**Weis**, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik am Pflanzenphysiolog. Laboratorium in **Kopenhagen**, Rolighedsvej 23.
**Weiss**, Dr. **Frederick Ernest**, Professor der Botanik an der Victoria Universität in **Manchester** (England).
**Weiße**, Dr. **Arthur**, Professor, Studienrat a. D. in **Berlin-Steglitz**, Sachsenwaldstr. 30, II.
**Weißflog**, Dr. **Johannes**, in **Ludwigshafen a. Rh.**, Gartenstadt, Eschenweg 1.
**Welzien**, Dr. **Robert**, Studienrat in **Berlin NW 21**, Turmstr. 27.
**Went**, Dr. **F. A. F. C.**, ord. Professor der Botanik und Direktor des Botan. Gartens der Universität in **Utrecht** (Holland), Nieuwe Gracht 187.

**Werdermann**, Dr. **Erich**, Kustos am Botanischen Museum in **Berlin-Dahlem**, Königin-Luise-Str. 6—8.

**Werth**, Dr. **Emil**, Ober-Regierungsrat, Professor, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Berlin-Dahlem, in **Berlin-Wilmersdorf**, Binger Str. 17.

**Westerdyk**, Dr. **Johanna**, Universitätsprofessor in **Baarn** (Holland), Javalaan 4.

**Westling**, Dr. **R.**, Laborator am Pharmazeutischen Institut, Professor, in **Stockholm**, Vallingsgatan 26.

**Wettstein**, Frau Dr. **Else von**, in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

**Wettstein**, Dr. **Fritz von**, o. Professor an der Universität, Direktor der botanischen Anstalten in **Göttingen**, Wilhelm-Weber-Str. 2.

**Wettstein**, Dr. **Richard**, Professor an der Universität, Direktor des Botan. Gartens und Institutes in **Wien III**, Rennweg 14.

**Wetzel**, **Curt**, Studienrat in **Plauen i. V.**, Dürerstr. 5.

**Wetzel**, Dr. **Gerhard**, cand. phil. in **Berlin NO 18**, Landsberger Allee 126, III.

**Wetzel**, Dr. **Karl**, Privatdozent in **Leipzig**, Elisabeth-Allee 21 a.

**Widder**, Dr. **Felix J.**, Privatdozent, Assistent am Inst. f. system. Botanik d. Univers. in **Graz** (Österreich), Holteigasse 6.

**Wieler**, Dr. **Arwed**, a. o. Professor für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizzaallee 71.

**Wiese**, Dr. **Werner von**, Saatzucht- u. Betriebsleiter auf dem Versuchsgut **Knehden**, Post Templin (U./M.).

**Wiesemann**, **Christian**, Garteninspektor am Botan. Garten der Universität in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Allee 100.

**Willers**, **Alma**, Studienrätin in **Hildesheim**, Weißenburger Str. 14, II.

**Windel**, Dr. **Erich**, Bakteriologe in **Bautzen**, Friedrich-August-Platz 2, Bakteriologische Untersuchungsanstalt.

**Winkelmann**, Dr. **August**, Assistent an d. Biolog. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, in **Berlin-Steglitz**, Stindestr. 35, II.

**Winkler**, Dr. **Hans**, o. Professor a. d. Universität, Direktor d. Instituts f. allgem. Botanik und des Botanischen Gartens in **Hamburg 36**, Jungiusstr. 5.

**Winkler**, Dr. **Hubert**, a. o. Professor an d. Universität in **Breslau 9**, Göppertstr. 4.

**Winogradow**, **Sergius**, Dozent f. Pflanzenphysiologie in **Wladikawkas** (Nordkaukasien, Rußland), Agronomisches Institut.

**Wißmann**, Dr. **Heinrich**, in **Pillnitz a. E.**, Schloßstr. 46d, Höhere Staatslehranstalt f. Gartenbau.

**Wittum**, **Albert**, Apotheker und Chemiker. Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Włodek**, Dr. **Jan**, Professor der Jagell. Universität, Institut für Pflanzen- und Ackerbaulehre in **Krakau** (Polen), Pedzichów-boczna 5.

**Wollenweber**, Dr. **Hans Wilhelm**, Regierungsrat und Mitglied der Biologischen Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem, in **Berlin-Zehlendorf**, Alsenstr. 124.

**Woronichin**, Dr. **N. N.**, Leiter der Abteilung für Hydrobiologie des Botan. Hauptgartens, Botaniker des Botan. Museums d. Akademie der Wissenschaften U. S. S. R. in **Petersburg (Leningrad)**, Karpowka 19, log. 48.

**Woronow**, **Georg N.** Anschrift z. Zt. unbekannt.

**Wulff**, Dr. **Eugen**, Professor, in **Petersburg (Leningrad)**, Herzenstr. 44, Institut für angewandte Botanik.

**Wyneken**, Dr. **Karl**, Studienrat am staatl. Realgymnasium und Gymnasium in **Leer** (Ostfriesland), Heisfelderstr. 143.

**Yamaguti**, Dr. **Yasuke**, Professor an der Kaiserl. Tôhoku Univers. in **Sendai** (Japan), Kita-itibantyô 18.

**Yamaha**, Dr. **Gihei**, a. o. Professor a. d. **Tokio**-Universität f. Literatur u. Wissenschaft, z. Zt. in **Berlin W 30**, Haberlandstr. 12 bei Fürstenberg.

**Yamanouchi**, Dr. **Shigeo**, Professor in **Tokio**, Kotoshihan Gakko, Otsuka Kubomachi, Koishikawa-Ku.

**Yampolsky**, Dr. **Cecil**, Professor in **Grantwood**, New Jersey, U.S.A., Franklin Avenue 230.

**Yasui**, Frl. Dr. **Kono**, Dozentin am Botan. Institut der Wissenschaftl. Fakultät der Kaiserl. Universität, Professor der Botanik am Höheren Lehrerinnenseminar in **Tokyo**, Japan, Koishikawa, Botanischer Garten.

**Zahn**, **Emil**, Garteninspektor in **Erlangen**, Botanischer Garten.

**Zāmelis (Sahmels)**, **Alexander**, Privatdozent u. Assistent a. Botan. Institut u. Botan. Garten der Universität in **Riga** (Lettland), Alberta iela 10.

**Zander**, Dr. **Robert**, in **Berlin W 15**, Meierottostr. 5, Gths. III.

**Zattler**, Dr. **Fritz**, Wissenschaftl. Hilfsarbeiter an d. Bayr. Landesanstalt f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, in **München**, Degenfeldstr. 2/0.

**Zederbauer**, Dr. **E.**, Professor d. Lehrkanzel für Obst- und Gartenbau an der Hochsch. f. Bodenkultur in **Wien XVIII**, Hochschulstraße 17.

**Žemčužnikov, Eugen,** Professor am Landwirtschaftl. Institut, Pflanzenphysiologisches Laboratorium in **Nowočerkassk** (Dongebiet), Barocnaja 82a.

**Zerow, Demetrius,** Wissenschaftl. Mitarbeiter der Ukrainischen Akademie d. Wissenschaften, Lektor am Institut für Volksbildung in **Kiew** (Ukraine), Tarassowskaja 1—3.

**Zeuner,** Dr. **Heinrich,** Hauptlehrer in **Würzburg,** Riemenschneiderstraße 9.

**Ziegenspeck,** Dr. **Hermann,** Privatdozent in **Königsberg i. Pr.,** Besselplatz 3.

**Zillig,** Dr. **Hermann,** Regierungsrat und Leiter der Zweigstelle der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Berncastel-Cues**/Mosel, Wehlener Weg 244.

**Zimmermann,** Dr. **Albrecht,** Geh. Regierungsrat, Professor, Ober-Regierungsrat i. R., in **Berlin-Zehlendorf-West,** Am Heidehof 24.

**Zimmermann,** Dr. **Hans,** Landesökonomierat, Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in **Rostock** (Meckl.), II St. Jürgenstr. 1, I.

**Zimmermann,** Dr. **Walter,** a. o. Professor in **Tübingen,** Steinlachstr. 21.

**Zinkernagel,** Dr. **Heinrich,** Freiwill. wissensch. Mitarbeiter a. d. Landesanstalt für Wasserhygiene in **Berlin-Lichterfelde,** Karlstr. 114a.

**Zinzadze,** Dr. **Schalwa R.,** Diplomlandwirt, Chemiker, Wissensch. Assistent an d. Staatsuniversität in **Tiflis,** z. Zt. in **Breslau 16,** Tiergartenstr. 19, I.

**Zollikofer,** Dr. **Clara,** Privatdozentin an der Universität in **Zürich 7,** Bergstr. 118.

**Zycha,** Dr. **Herbert,** in **Berlin-Dahlem,** Biologische Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Königin-Luise-Str. 17.

---

# Register zu Band XLVII.

## I. Geschäftliche Mitteilungen.

## 2. Nachrufe.



## 3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

---

# Übersicht der Hefte.

Heft 1, ausgegeben am 21. Februar 1929, S. 1—76, mit Tafel I—II.
Heft 2, ausgegeben am 21. März 1929, S. 77—136, mit Tafel III.
Heft 3, ausgegeben am 25. April 1929, S. 137—212, mit Tafel IV.
Heft 4, ausgegeben am 30. Mai 1929, S. 213—284, mit Tafel V.
Heft 5, ausgegeben am 27. Juni 1929, S. 285—348.
Heft 6, ausgegeben am 25. Juli 1929, S. 349—430, mit Tafel VI—VII.
Heft 7, ausgegeben am 24. Oktober 1929, S. 431—522.
Heft 8, ausgegeben am 28. November 1929, S. 523—540.
Heft 9, ausgegeben am 24. Dezember 1929, S 541—596.
Heft 10, ausgegeben am 30. Januar 1930, S. 597—628.
1. Generalversammlungsheft, ausgegeben am 28. November 1929, S. (1)—(92), mit Tafel (I)—(III).
2. Generalversammlungsheft, ausgegeben am 23. Mai 1930, S. (93)—(164).

---